

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD

KATEDRA MECHANIKY - ODDĚLENÍ STAVITELSTVÍ

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

2016

Bc. LUKÁŠ OPPLT

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD

KATEDRA MECHANIKY - ODDĚLENÍ STAVITELSTVÍ

**ÚSKALÍ ÚPRAV STÁVAJÍCÍHO OBJEKTU PRO ZÍSKÁNÍ CO  
NEJVYŠŠÍ ÚSPORY ENERGIE**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Bc. Lukáš Opplt**

Vedoucí práce: Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.

**Plzeň, 2016**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, 1. června 2016

.....

# Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu této práce panu Ing. Luďku Vejvarovi Ph.D. za to, že mi pomohl a vedl mě při vytváření této práce, a zároveň mi poskytl mnoho rad do profesního života. Myslím, že díky naší vzájemné komunikaci vznikla práce, která splňuje všechna požadovaná kritéria.



**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**Fakulta aplikovaných věd**  
Akademický rok 2014/2015

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
**Č. 6/2015/LV**

Jméno a příjmení: **Bc. Lukáš Opplt - 331920**  
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství  
Studijní obor: Stavitelství  
Název tématu: **Úskalí úprav stávajícího objektu pro získání co nejvyšší úspory energie**  
Zadávací katedra: Katedra mechaniky /KME/, odd. Stavitelství

**Zásady pro zpracování:**

**1. Obsah práce**

Shromáždění technických podkladů k obvodovým pláštům stávajících objektů pro min. dva typy referenční budovy s různým technickým řešením obvodových pláštů a střech  
– stěnový zděný systém s betonovými nebo keramickými stropy, s krovem a plochou střechou  
– skelet s vyzdívkami a montovanými plášti a plochou dvouplášťovou střechou.  
Technické a fyzikální hodnocení pláštů budov, vytypování míst lineárních vazeb a bodů, tepelných mostů, ideální a doporučené řešení úprav na zvýšení tepelné izolačnosti, shrnutí a vyhodnocení výsledků rozboru, grafické doplňky, stavebně fyzikální výpočty

**2. Cíl práce**

Zhodnocení obvodových pláštů a střech (obálky) stávajících budov, doporučené technické řešení na zvýšení izolační schopnosti pláště a snížení vlivu tepelných mostů a vazeb.

**3. Rozsah grafických prací**

doplňující výkresy a detaily obvodových pláštů v měřítku 1:50, 1:100, 1:10 nebo v jiném vhodném měřítku – půdorysy, řezy, schémata

**4. Rozsah textových prací a výpočtových prací:**

textová zpráva – seznámení s tématem, technické výsledky, shrnutí a závěrečné vyhodnocení  
technické výpočty tepelné techniky, tepelný odpor, součinitele prostupu tepla, akumulace, kondenzace  
vliv vytápění, vliv na výpočet energetického průkazu PENB

celkem min. 80 stran

**5. Seznam literatury**

Dostupná dokumentace objektů - příklady  
Stavební zákon 183/2006 Sb a související vyhlášky - OTP – 268/2009, hygienické předpisy  
Platné normy – pro tepelnou ochranu budov – ČSN 730540  
Vyhláška 78/2013 Sb o energetické náročnosti budov

**6. Forma zpracování**

tištěná 2 x , elektronická (CD) 2x

**7. Průběh zpracování**

průběžné zpracování tématu a konzultace s vedoucím práce jednou až dvakrát měsíčně

Vedoucí diplomové práce:	Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce:	9. 10. 2015
Termín odevzdání diplomové práce:	20.12.2015

L.S.

Doc. Ing. Lávička Ph.D.  
děkan

Prof. Ing. Vladislav Laš, CSc.  
vedoucí katedry

V Plzni dne .....

## Anotace

Tato práce pojednává o úskalích, které přináší rekonstrukce bytových domů postavených do konce 80. let 20. století za cílem úspory energie, zkvalitnění vnitřního prostředí a tepelné pohody člověka. Práce se dělí na dvě hlavní kapitoly. První kapitola je zaměřena na bytový dům postavený ve městě Votice, které se nachází v okrese Benešov. Konstruktivní systém tohoto objektu je stěnový, zděný, zakončený valbovou střešní konstrukcí. Stávající stav bytového domu je zhodnocen a posouzen provedeným průkazem bytového domu, na čemž byli provedeny nové návrhy nejdůležitějších skladeb stavebních konstrukcí, které ovlivní energetickou kvalitu objektu nejvíce společně s vyřešením klíčových detailů. Na závěr bylo provedeno zhodnocení navržených úprav a začlenění navrženého stavu objektu pomocí průkazu energetické náročnosti budovy do příslušné energetické skupiny.

Druhá kapitola se zabývá objektem, jehož konstruktivní systém je železobetonový, montovaný, beztrámový skelet, znám pod označením „MS 71“ stavěné společností Pozemní stavby České Budějovice. Práce je hlavně zaměřena na posouzení obvodového pláště, keramzitbetonového a zděného z cihel CDm. Dále na styk obvodového pláště s nosným železobetonovým sloupem a stropním panelem. Především je poukázáno na změnu teplotního pole stávajícího stavu vůči navrženému, tedy zateplenému obvodovému plášti.

## Anotation

This work deals with problems made by a reconstruction of the houses built by the end of 80s of the 20th century. The aim was to save energy, to improve quality of interior environment and human thermal comfort. The work is divided into two main chapters. The first chapter is specialised in a house built in Votice town that is situated in Benešov district. The constructive system of this object is the wall brick system ended with the wagon-headed roof construction. The actual value of the house is evaluated and considered by the certificate for the house. There were made new projects of the most important structures of building constructions that will influence the object energetic quality mostly together with a solution of main details. In the end it was done an evaluation of designed arrangements and integration of designed object level with the help of the certificate for energetic house demand into suitable energetic group.

The other chapter explores the object whose constructive system is ferro-concrete, prefab, non beamed skeleton MS71 built by „Pozemní stavby České Budějovice“ company. This dissertation work considers mainly a ceramsite concrete siding made of bricks CDm and the siding contact with carrying ferro-concrete column and ceiling panel. Particularly it points out the change of temperature field of actual system against designed insulated siding.

## Obsah

Úvod .....	4
Definice základních pojmů .....	6
1 Zděný stěnový systém .....	8
1.1 Zhodnocení celkové stavu objektu .....	11
1.1.1 Statické posouzení .....	11
1.1.2 Tepelně technické posouzení .....	11
1.1.3 Závěr .....	12
1.2 Návrh vhodných řešení a opatření pro snížení energetické náročnosti budovy .....	13
1.2.1 Vodní pára a její kondenzace .....	14
1.3 Zateplení obvodového pláště nadzemních podlaží .....	17
1.3.1 Tepelná izolace umístěná na vnitřní straně konstrukce .....	18
1.3.2 Tepelná izolace umístěná na vnější straně konstrukce .....	29
1.3.3 Zhodnocení .....	35
1.3.4 Vnější zateplovací systém .....	36
1.3.5 Fasádní omítky .....	47
1.3.6 Zhodnocení a konečná volba varianty zateplovacího systému pro bytový dům .....	48
1.3.7 Úskalí při zateplení obvodového pláště řešeného bytového domu .....	51
1.4 Zateplení stropu posledního nadzemního podlaží .....	70
1.4.1 Volné položení tepelného izolantu .....	71
1.4.2 Systém zateplení Isover STEPcross .....	77
1.4.3 Zateplení foukanou izolací do bednění .....	78
1.4.4 Zateplení umístěním izolantu mezi krokve a pod krokvemi .....	80
1.4.5 Zateplení umístěním izolantu nad krokvemi .....	83
1.4.6 Zhodnocení a konečná volba varianty zateplení půdního prostoru bytového domu ...	85
1.4.7 Úskalí při zateplení stropní konstrukce řešeného bytového domu .....	87
1.5 Zateplení podzemního podlaží a prostoru schodiště .....	91
1.5.1 Návrhy řešení podzemního podlaží a jejich úskalí .....	91
1.5.2 Zhodnocení a konečná volba varianty zateplení podzemního podlaží a prostoru schodiště 102	
1.6 Výplně otvorů .....	108
1.6.1 Výběr oken a dveří .....	108
1.6.2 Okna a jejich výhody a nevýhody .....	111

1.6.3	Zasklení.....	112
1.6.4	Rekonstrukce výplní otvorů.....	113
1.6.5	Stínění.....	114
1.6.6	Volba oken bytového domu .....	115
1.6.7	Úskálí okenních otvorů.....	116
1.7	Zhodnocení navržených úprav bytového domu.....	120
2	Montovaný beztrámový skelet MS 71.....	122
2.1	Místo obvodového pláště z keramzitbetonového panelu.....	123
2.2	Místo nosného sloupu s předsazeným keramzitbetonovým panelem .....	128
2.3	Místo nosného sloupu s částečně předsazeným keramzitbetonovým panelem .....	133
2.4	Místo obvodového pláště z cihel CDm P 200 .....	138
2.4.1	Zdivo z CDm tl. 240 mm.....	138
2.4.2	Zdivo z CDm tl. 300 mm.....	144
2.4.3	Zdivo z CDm tl. 375 mm.....	149
2.4.4	Místo nosného sloupu s vyzděným pláštěm z cihel CDm P200.....	154
2.5	Místo styku stropního panelu s keramzitbetonovým panelem.....	160
2.6	Místo styku stropního panelu se zděným pláštěm z cihel CDm P200.....	162
3	Závěr.....	164
	PŘÍLOHA I.....	168
	PŘÍLOHA II.....	169
	PŘÍLOHA III.....	189
	PŘÍLOHA IV. ....	190
	PŘÍLOHA V. ....	191
	PŘÍLOHA VI. ....	193
	PŘÍLOHA VII. ....	194
	PŘÍLOHA VIII. ....	195
	PŘÍLOHA IX.....	196
	PŘÍLOHA X.....	197
	PŘÍLOHA XI.....	198
	PŘÍLOHA XII.....	199
	PŘÍLOHA XIII.....	200
	PŘÍLOHA XIV. ....	201
	PŘÍLOHA XV. ....	202
	PŘÍLOHA XVI. ....	203

PŘÍLOHA XVII. ....	204
PŘÍLOHA XVIII. ....	205
PŘÍLOHA XIV. ....	206
PŘÍLOHA XX. ....	215
PŘÍLOHA XXI. ....	216
PŘÍLOHA XXII. ....	236
PŘÍLOHA XXIII. ....	237
PŘÍLOHA XXIV. ....	238
PŘÍLOHA XXV. ....	239
PŘÍLOHA XXVI. ....	240
PŘÍLOHA XXVII. ....	241
PŘÍLOHA XXVIII. ....	242
4 Seznam obrázku: .....	243
5 Seznam tabulek: .....	248
6 Seznam příloh: .....	250
7 Citovaná literatura.....	253

## Úvod

Úspora energie a energetická náročnost budovy je v dnešní době obrovským a aktuálním tématem naší společnosti. Je to způsobeno především růstem cen energií, snižováním zásob neobnovitelných zdrojů energie (uhlí, zemní plyn,..) a novou směrnicí o energetické náročnosti budov vydanou evropskou unií, kterou můžeme slyšet pod zkratkou 20 20 20. Právě ta se snaží oproti roku 1990

1. snížit emise skleníkových plynů o 20 % , do roku 2020
2. zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energií na celkové spotřebě v EU na 20 % (pro ČR je stanoven cíl 13,5 % podílu energie z OZE), do roku 2020
3. zvýšit energetickou účinnost v Evropě a dosáhnout tak úspor ve spotřebě primární energie o 20 %, do roku 2020

V závislosti na této směrnici musí všechny členské státy zajistit aby:

- a) od r. 2021 všechny nové budovy byly budovami s téměř nulovou spotřebou energie
- b) od r. 2019 nové budovy užívané a vlastněné orgány veřejné správy byly budovami s téměř nulovou spotřebou energie.

To ale neznamená, že nyní musí všichni povinně rekonstruovat své domy či jiné budovy. Směrnice se týká pouze staveb, které se stavebník rozhodne z nějakého podnětu rekonstruovat. Směrnice se vztahuje pouze na rekonstruovanou část.

V případě novostaveb jsou navrženy úpravy pro snížení úspory energie mnohem snazší. Především je to způsobeno kvalitou dnešních stavebních materiálů na trhu a vytvořením stavebního projektu budovy přímo pro úspornou třídu energetické náročnosti budovy. Vytvořit energeticky úspornou budovu, která již je postavena, lze pouze její rekonstrukcí. Ovšem každá rekonstrukce nepatří vždy mezi lehké stavební úkony. Téměř každý objekt disponuje složitými detaily, především objekty postavené do konce 80. let 20. století. Rekonstrukce právě takovýchto objektů je značně obtížná. Je nutné se důkladně seznámit se stavebně technickým řešením, především skladeb jednotlivých konstrukcí. Pro větší přehlednost je na místě vytvoření projektové dokumentace stávajícího stavu objektu, která mnohdy objasní situace či detaily, které nejsou na první pohled zřetelné. Při návrhu stavebních úprav je nutné zohlednit všechny dopady, které mohou navrženými změnami nastat, ať již v průběhu rekonstrukce, tak v průběhu užívání budovy.

Tato práce má objasnit, jak postupovat při rekonstrukci na námi vybraném vzorovém bytovém domu, především se zaměřením na úskalí úprav objektu pro získání co nejvyšší úspory energie. V práci je provedeno zaměření a vypracování dokumentace stávajícího stavu vybraného objektu, vypracován průkaz energetické náročnosti stávajícího stavu, zhodnocení stávajících skladeb a konstrukcí a návrhy stavebních úprav pro námi stanovený cíl. Jsou zde zobrazeny výstupy z použitých dílčích programů softwaru „Svoboda“, které byly použity pro zhodnocení tepelně technických vlastností dílčích částí budovy a skladeb. Následně je

vytvořen průkaz energetické náročnosti navrhovaného stavu budovy pro možnost porovnání a zhodnocení úspěšnosti a efektivnosti navržených stavebních úprav.

Dále jsou v práci zpracovány nejdůležitější a zároveň neproblematičtější detaily bytového domu, jehož nosnou konstrukci tvoří montovaný bez trámoví skelet MS 71. Práce se zaměřuje na tepelně-technické zhodnocení v oblasti nosných sloupů, pláště, a styku obvodového pláště se stropním panelem. Jsou zhodnoceny varianty s keramzitbetonovým panelem předsazeným, částečně zapuštěným a jen s vyzděným pláštěm z cihel CDm P200.



## Definice základních pojmů

**Součinitel prostupu tepla „U“** - Součinitel prostupu tepla vyjadřuje, kolik tepla unikne konstrukcí o ploše 1 m<sup>2</sup> při rozdílu teplot jejích povrchů 1 K [1]

**Tepelný most** - Tepelný most je místo, kde dochází ke zvýšenému tepelnému toku. Uniká jím více tepelné energie a má v interiéru studenější povrch a naopak v exteriéru teplejší povrch než okolní konstrukce. [2]

**Vlhkost vzduchu** - vlhkost vzduchu udává, jaké množství vody v plynném stavu (vodní páry) obsahuje dané množství vzduchu. [3]

**Relativní vlhkost vzduchu** - udává poměr mezi okamžitým množstvím vodních par ve vzduchu a množstvím par, které by měl vzduch o stejném tlaku a teplotě při plném nasycení. Udává se v procentech (%). Relativní vlhkost se též někdy označuje jako poměrná vlhkost. [3]

**Rosný bod** - je teplota, při které je vzduch maximálně nasycen vodními parami (relativní vlhkost vzduchu dosáhne 100 %) [3]

**Tepelný odpor R** - Tepelný odpor vyjadřuje, jakou plochou konstrukce a při jakém rozdílu teplot na jejích površích dojde k přenosu 1 Wattu, čili k přenosu energie o velikosti 1 J za 1 sekundu [m<sup>2</sup>·K/W] [4]

**Součinitel tepelné vodivosti „λ“** - základním parametrem pro posouzení tepelně-technických vlastností izolace je součinitel tepelné vodivosti, který udává výkon (tzn. teplo za jednotku času), který projde každým čtverečním metrem desky tlusté 1 metr, jejíž jedna strana má teplotu o 1 kelvin vyšší než druhá. Základní jednotkou je watt na metr a kelvin [W/m.K]. [5]

**Tepelná kapacita „C (K)“** - fyzikální veličina vyjadřující množství tepla, kterým se těleso ohřeje o 1 kelvin. Základní jednotkou je joule na kelvin [J/K].

**Difúzní odpor „μ (mí)“** - schopnost materiálu propouštět vodní páru. Tzv. faktor difúzního odporu, vyjadřuje těsnost materiálu. Platí: Čím těsnější je vrstva materiálu, kterou se snaží vodní pára proniknout, tím větší klade difúzní odpor. [6]

**Ekvivalentní difúzní tloušťka S<sub>d</sub>** - udává, jaká by musela být tloušťka vzduchové vrstvy, aby měla stejný difúzní odpor jako vrstva zkoumaného materiálu. (s<sub>d</sub> = μ · d [m])

**Měrná tepelná kapacita c** – množství tepelné energie, kterou je třeba dodat při stálém tlaku vzorku materiálu o definované vlhkosti a hmotnosti 1 kg, aby se jeho teplota zvýšila o 1K. [J/(kg.K)]

**Částečný tlak vodní páry p<sub>v</sub> [Pa]** – tlak vodní páry ve směsi suchého vzduchu a vodní páry

**Částečný tlak nasycené vodní páry p<sub>v,sat</sub>** – tlak vodní páry, kdy je vzduch o teplotě θ<sub>a</sub> vodní párou právě nasycen a jeho relativní vlhkost je právě φ<sub>a</sub> = 100% [Pa]

**Měrná vlhkost vzduchu  $x$  [kg/kg]** – podíl hmotností vodní páry a hmotnosti suchého vzduchu

**Zkondenzované množství vodní páry  $g_c$  [kg/(m<sup>2</sup>·s)]** – rozdíl mezi množstvím vodní páry přicházející k místu kondenzace (ke kondenzačnímu rozhraní) difuzí a množstvím vodní páry z místa kondenzace odcházející difuzí

**Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a}$  [kg/(m<sup>2</sup>·rok)]** – množství vodní páry zkondenzované ve stavební konstrukci při normových podmínkách venkovního a vnitřního prostředí za jeden rok (podle ČSN 73 0540-3)

**Vypařené množství vodní páry  $g_{ev}$  [kg/(m<sup>2</sup>·s)]** – rozdíl mezi množstvím vodní páry odcházejícím z místa kondenzace (od kondenzačního rozhraní) difuzí a množstvím vodní páry k místu kondenzace přicházejícím difuzí

**Roční množství vypařené vodní páry  $M_{ev,a}$  [kg/(m<sup>2</sup>·rok)]** – množství vodní páry vypařené ze stavební konstrukce při normových podmínkách venkovního a vnitřního prostředí za jeden rok (podle ČSN 73 0540-3)

**Budova s téměř nulovou spotřebou energie** - budova, jejíž energetická náročnost je velmi nízká. Téměř nulová či nízká spotřeba energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů, včetně té vyráběné v místě či v jejím okolí.“

# 1 Zděný stěnový systém

## Popis stávajícího stavu objektu

Bytový dům s č.p. 403 a 404 se nachází ve Voticích, v ulici Husova. Objekt je situován v západní části města. Výstavba byla provedena roku 1952 z tehdy dostupných stavebních materiálů a dle tehdejších platných norem a vyhlášek. Popisovaný objekt je obdélníkového tvaru o rozměrech 29,88x9,68m a vysoký 15,39m. Bytový dům je rozdělen do dvou částí, které jsou vzájemně propojeny podzemním podlažím. V každé části se nachází šest bytových jednotek 3+1 o ploše 53,25m<sup>2</sup>. Celkově se objekt skládá z jednoho podzemního podlaží, částečně zapuštěného pod úroveň terénu. V tomto podzemním podlaží se nachází spojovací chodba, boční vstup do 1.PP., sklepní koje, kočárkárny, sušárna, mandl a prádelna. V následujících třech podlažích se nachází celkem dvanáct bytových jednotek. Každá bytová jednotka se skládá z obývacího pokoje, chodby, ložnice, pokoje, kuchyně, koupelny a WC. Objekt je zakončen valbovou střechou a krytinou z keramických tašek. Takto obdobné bytové domy jsou ve městě Votice postaveny čtyři.

## Konstrukční řešení

Konstrukční systém objektu je stěnový, zděný. Skládá se ze dvou traktů, jejichž osová vzdálenost byla změřena 4,64 m. Stěny jsou postaveny z příčně děrovaných cihel CDm P 200. Nosná stropní konstrukce je tvořena betonovými trámečky o osové vzdálenosti 0,6 m. Do těchto trámečků jsou vloženy škvárobetonové tvárnice. Střecha je vaznicového typu s ležatou stolicí, kde šikmé sloupky jsou kotveny do bačkor.

## Základy

Objekt je založen v nezámrné hloubce na železobetonových základových pasech šířky 700 mm. Základová spára se nachází v -2,320m za předpokladu, že ±0,000 je přiřazena podestě u hlavního vstupu do objektu. Betonová podkladní roznášecí deska je vytvořena z železobetonu tloušťky 150mm. Na tuto desku jsou nataveny hydroizolační asfaltové pásy tvořící ochranu proti pronikání vlhkosti do konstrukce objektu. Krycí vrstvu hydroizolačních pásů tvoří betonová mazanina tl. 100mm.

## Svislé konstrukce

Svislé nosné konstrukce objektu tvoří dvě obvodové a jedna středová nosná zeď, vyzděné z cihel CDm. Dále stěny dělí prostor schodiště od přilehlých místností jednotlivých bytů. Při zaměřování stávajícího stavu byla zjištěna tloušťka obvodových zdí 400mm, nika pod okny tl 300mm a tloušťka středové zdi 380mm. Tloušťka zdi oddělující schodiště od jednotlivých bytových jednotek je tloušťky 250mm. Ostatní nenosné příčky jsou z cihel plných pálených tl. 100mm. Svislé obvodové zdivo 1.PP pod úrovní terénu je opatřeno dvěma vrstvami hydroizolačních asfaltových pásů.

Objektem prochází 12 komínových těles z šamotových cihel. V osmi komínových tělesech se nachází 3 průduchy, v dalších čtyřech tělesech pouze dva.

### Vodorovné konstrukce

Stropní konstrukci tvoří skládané stropy, a to ze škvárobetonových tvárnic ukládaných do betonových trámů. Další vrstvou skladby stropní konstrukce je škvárový násyp tl. 110 mm, betonová mazanina tl. 50 mm a podlahová krytina, kterou tvoří parkety. Podlahovou krytinu na chodbě tvoří keramická dlažba, koupelna a WC je zakončena pouze betonovou mazaninou. Stropní konstrukce posledního podlaží je zakončena pouze betonovou mazaninou, která tvoří pochozí vrstvu půdy.

Balkony tvoří železobetonová konzola vetknutá do věnce podlaží. Na tuto desku je provedena spádová vrstva z betonové mazaniny, na kterou je dále provedena hydroizolační stěrka ve dvou vrstvách. Tato hydroizolační stěrka navazuje na oplechování konzoly. Další vrstvou ve skladbě balkonu je provedena betonová mazanina a maltové lože, do kterého je ukládána teraco dlažba. Zábradlí balkonu je ocelové trubkové s drátěnou výplní. Nosná konstrukce zábradlí je kotvená do betonové mazaniny.

Překlady nad jednotlivými otvory jsou železobetonové monolitické.

### Schodiště

Hlavní schodiště zajišťuje přístup do 1. až 3.NP. Schodiště začíná podestou, na které je hlavní vstup do objektu, dále pokračuje do jednotlivých podlaží. Konstrukce schodiště je přímé dvouramenné, schodnicového typu, železobetonové, monolitické. Konstrukce podesty je monolitická, podporovaná podestovým nosníkem. Výška stupňů je 180mm a šířka stupně 260mm. Celková šířka ramene schodiště společně se schodnicemi tl. 50mm je 1150mm. Zábradlí schodiště je ocelové, tyčové, kotvené z boku do schodnice. Schodiště do 1.PP. je jednoramenné, železobetonové monolitické. Schodiště se skládá z dvou ramp šířky 420mm, mezi kterými jsou jednotlivé stupně. Šířka stupně je 250mm a výška jednotlivých stupňů se pohybuje v rozmezí 160 až 180mm. Šířka schodiště (jen stupňů bez ramp) je 400mm, přičemž celková šířka schodiště včetně ramp je 1250mm.

### Střecha a krov

Střešní konstrukce je typu valbová. Nosnou část střechy tvoří vaznicový krov s ležatou stolicí s bačkorou. Krokve 100/150 jsou osedlány do vaznic 150/200 a pozednic 150/150. Pozednice jsou kotveny pomocí ocelové pásoviny do stropní konstrukce. Krov je ztužen kleštinami 50/120 a pásky 100/100. Po podrobné prohlídce krovu a bačkor bylo dosaženo závěru, že konstrukce krovu je v dobrém stavu a vyhovující. Střešní krytinu tvoří keramické tašky kotvené pomocí latí. Pojistná fólie se ve skladbě střechy nenachází. Přístup na půdu je umožněn pomocí půdních výlezů a žebříků umístěných na schodišti.

### Okna a dveře

Prosvětlování a větrání jednotlivých místností bytů zajišťují plastová okna, která byla v roce 2008 vyměněna za původní dřevěná. Okna v podzemním podlaží tvoří ocelový rám s dvojitými tabulovými skleněnými výplněmi. Prosvětlení schodišťového prostoru je zajištěno

pomocí prosklených tvárnic luxfer. V posledním podlaží je mezi luxferami a stropní konstrukcí namontováno ještě původní dřevěné okno umožňující větrání schodiště.

Dveře hlavních vstupů do objektu jsou plastové dvoukřídlé. Celková průchozí šířka těchto dveří je 1320mm a průchozí výška 2200mm. Vstupní dveře do jednotlivých bytových jednotek jsou konstrukce dřevěné osazené do ocelových zárubní průchozí šířky 900mm. Dveře bočního vstupu do 1.PP jsou ocelové osazené do ocelového rámu průchozí šířky 1000mm.

### Technické zařízení budov

Objekt je zásobován vodou pomocí obecního vodovodního řadu. Rozvod vodovodního i odpadního potrubí do jednotlivých bytových jednotek je veden pomocí technických šachet. Odpadní potrubí je ukončeno ventilační hlavicí v úrovni střešní krytiny. Na vstupu vodovodního potrubí do každé bytové jednotky je osazen bytový uzávěr vody a vodoměr. Vodovodní i odpadní potrubí v bytech je vedeno ve zděných příčkách a konstrukci podlahy. Teplá užitková voda je zajištěna v každé bytové jednotce pomocí elektrického ohřívače vody. Požární voda je vedena samostatným ocelovým potrubím do dvou požárních hydrantů umístěných v podzemním podlaží v blízkosti schodiště.

Vytápění bytových prostor je pomocí kamen na tuhá paliva, kde zplodiny jsou odváděny pomocí komínových těles do venkovního ovzduší. V některých bytových jednotkách si majitelé nahradili zdroj topení kamny za ústřední vytápění s kotlem na tuhá paliva nebo za elektrické přímotopy.

Podzemní podlaží ani schodišťový prostor není nijak vytápěn.

### Projektová dokumentace

Projektová dokumentace řešeného objektu nebyla dohledána, proto bylo provedeno jeho zaměření a vypracování nové projektové dokumentace stávajícího stavu objektu, která je součástí přílohy této práce pod označením **I**. V případě, že by tato dokumentace byla dochována, bylo by na místě provést namátkové přeměření vybraných částí objektu, abychom zjistili, zda je dochovaná projektová dokumentace věrohodná. V případě, že bychom tak neučinili, mohli by při realizaci vzniknout menší, ale i zásadní stavební komplikace vedoucí v lepším případě pouze k mírnému prodražení realizace naprojektovaných úprav.

## 1.1 Zhodnocení celkové stavu objektu

### 1.1.1 Statické posouzení

Při podrobné prohlídce objektu nebyly nalezeny žádné vážné poruchy. Svislé konstrukce, které tvoří cihly CDm nevykazují žádné praskliny, které by naznačovaly poruchu. Vodorovné konstrukce, které tvoří stropy ze škvárobetonových vložek ukládaných do železobetonových nosníků, železobetonové překlady a balkonové železobetonové desky, nevykazují taktéž žádné poruchy. Nosná konstrukce krovu je vyhovující, nebyly nalezeny žádné poškozené prvky, například hnilobou či škodlivými houbami. Bylo by však vhodné provést nátěr krovu proti hnilobě a škůdcům, pro zaručení funkčnosti i v dalších letech. Celkově je objekt po statické stránce uznán za vyhovující.

### 1.1.2 Tepelně technické posouzení

#### **Předběžný stavebně - technický průzkum**

Při prvotní prohlídce objektu a zjištěných informacích o konstrukčním systému byly zjištěny závažné nedostatky, které z tepelně technického hlediska jsou v dnešní době velmi nedostačující. Ovšem v době výstavby byla volba materiálu a konstrukčního systému v pořádku. Tehdejší požadavky na tepelné ztráty obálky budovy byly oproti dnešní době velice rozdílné a s porovnáním dnešních hodnot velmi mírné. Důsledek těchto zjištění vad má za následek velkých tepelných ztrát konstrukcemi objektu a tudíž velké vynaložení energie na provoz a pro získání tepelné pohody. V bytových jednotkách byly nalezené plísňe na obvodových stěnách, především ve výklencích pod okny, ostění a nadpraží oken, v rozích místnosti, především pod úrovní věnce.

V bytové jednotce značené číslem 5, který se nachází ve 3. patře bytového domu s čp. 404, byl umístěn hydro-termogram TFA 3039 s dvěma přídavnými čidly pro určení vnitřních podmínek užívání bytu. Měření probíhalo v období 4.2.2014 – 18.2.2014, a to současně v kuchyni, ložnici a dětském pokoji. Vnější podmínky byly zapisovány mechanicky z venkovního teploměru. V tomto období se noční a ranní teploty pohybovaly mírně pod bodem mrazu, odpolední teploty byly nad nulou do 10°C. Bylo zjištěno kolísání relativní vzdušné vlhkosti mezi 60-75%, což je na horní hranici doporučené pro pracoviště (pro byty limit není stanoven). Vytápěno je na 20°C elektrickými přímotopy. Tomu odpovídá i rosný bod většinou v rozsahu 11-14°C.

#### **Podrobný stavebně – technický průzkum**

Po prvotní prohlídce objektu následovalo jeho zaměření a nakreslení projektové dokumentace stávajícího stavu (příloha I.). Dále bylo provedeno hlubší seznámení s použitými materiály a vytvoření detailů, které poukázaly a objasnily zásadní konstrukční nedostatky z tepelného hlediska. V konstrukci vznikají velké tepelné mosty, především v napojení železobetonových konzol balkonu na stropní konstrukci, kde není nijak zabráněno tepelnému toku a ztrátám tepla z objektu do venkovního prostředí. Dalším nedostačujícím řešeným detailem je provedení ztužujícího věnce stropní konstrukce. Opět není nikterak zabráněno přerušení tepelného mostu, například tepelnou izolací a věncovkou. Takto bychom mohli pokračovat i v řešení detailu nadezdívky krovu, kde taktéž není zabráněno tepelnému

toku. Překlady nad otvory jsou železobetonové monolitické, bez vložené tepelné izolace pro zamezení tepelného mostu mezi okenním rámem a svislou konstrukcí. Dalším významným nedostatkem objektu jsou slabé dělicí příčky mezi schodišťovým prostorem a jednotlivými místnostmi bytových jednotek. Jelikož je schodiště včetně 1.PP nevytápěné, jsou zde v zimním období nízké teploty vzduchu, které mají za následek velké ztráty tepla z místností bytů, a to především těmito způsoby: vedením, v případě otevřených vchodových bytových dveří i prouděním tepla.

Jak už bylo zmíněno, prostor schodiště a 1.PP není vytápěn, ani není nijak oddělen zádveřím či dělicí stěnou. Schodišťový prostor okamžitě navazuje na vstupní dveře do objektu, tudíž časté otevírání dveří procházejících osob do a z objektu vede k následkům velkého ochlazování vnitřního vzduchu. Prosvětlení schodiště je zajištěno pomocí velkých prosklených ploch z tvárnice nazývaných „Luxfery“. Tyto prosklené tvárnice mají velký součinitel prostupu tepla a tudíž velké tepelné ztráty. 1.PP není také nijak odděleno od hlavního vstupu, proto teplota vzduchu v zimních měsících je též nízká. Prosvětlení prostorů zajišťují sklepní okna s ocelovým rámem, který je na většině míst zdeformovaný a netěsnící. Chladný vzduch tohoto podlaží ochlazuje podlahovou konstrukci 1.NP a opět vede k velkým ztrátám tepla.

Dále bylo zjištěno nevhodné řešení koupelny bez okna a nuceného větrání. V takovémto případě při zvýšené vlhkosti je nutné větrat prostor koupelny oknem na WC. Účinnost tohoto větrání není vhodný a příliš účinný. Vlhkost se vsřebává do okolních konstrukcí a vede ke vzniku plísní

Při prozkoumání jednotlivých vrstev skladeb konstrukcí a jejich vyhodnocení pomocí programu „Stavební fyzika – Teplo“ byly zjištěny vysoké hodnoty prostupu tepla, které se k dnešním požadovaným hodnotám vůbec nepřibližují. Tepelnou izolaci vodorovných konstrukcí nahrazuje škvárový násyp, který není pro funkci tepelně izolační vhodný.

Vytápění bytových jednotek je řešeno elektrickými přímotopy a kamny na hnědé uhlí. Při vytápění elektrickými přímotopy je spotřebováno velké množství energie a je tudíž vyhodnoceno za nevhodné řešení. Vytápění kamny není komfortní a z hygienických důvodů ani vhodné.

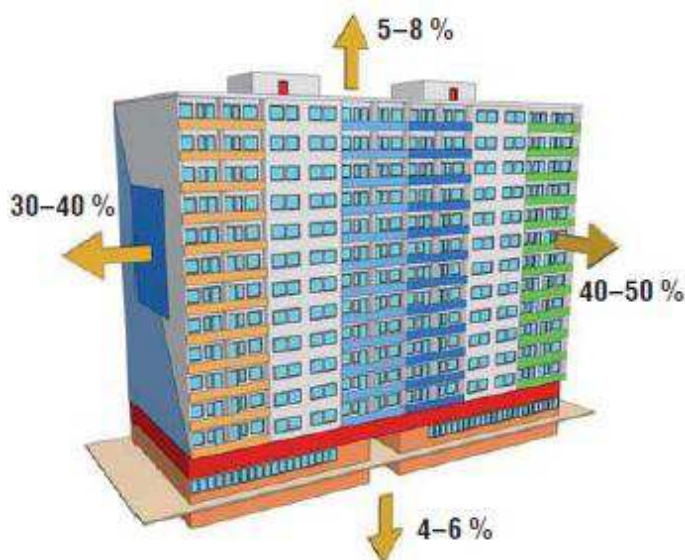
### 1.1.3 Závěr

Po celkovém podrobném zhodnocení objektu je objekt uznán za velice tepelně a energeticky ztrátový. Pro lepší stanovení výsledku byl zhotoven průkaz energetické náročnosti stávajícího stavu budovy vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov, který stanovený výsledek průzkumu potvrdil. Stávající stav objektu zapadá v energetické náročnosti budovy celkovou dodanou energií do objektu do kategorie „E nevhodné“. Celková dodaná energie objektu za rok byla spočtena na 328 kWh(m<sup>2</sup>rok). Vypracovaný průkaz energetické náročnosti budovy je přiložen v příloze práce pod označením **II**.



## 1.2 Návrh vhodných řešení a opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Velké ztráty budov mají za následek vynaložení velkého množství energie na provoz. Sektory budov, ať už veřejné, soukromé, obytné, kancelářské a další, patří k největším spotřebitelům energie. Budovy spotřebují až 40 % celkové spotřeby energie a produkují 36 % emisí CO<sub>2</sub>. V tabulce č. 1 jsou uvedeny orientační ztráty tepla obvodovými konstrukcemi u různých typů budov pro bydlení. Jak je zmíněno výše, tyto hodnoty jsou pouze orientační a



Obrázek 1: Tepelné ztráty panelového domu

nelze se vysloveně těmito hodnotami řídit. Každý bytový dům je jiný, má jiné konstrukční a prostorové uspořádání a je ovlivňován jinými klimatickými podmínkami dle polohy umístění. Proto je v praxi nezbytně nutné přistupovat ke každému řešenému objektu individuálně a najít konkrétní vhodná řešení, které zamezí tepelným ztrátám, uspoří energii a budou finančně úměrné ve vazbě ke konečným dosaženým výsledkům stavebních úprav. [7]

Konstrukce domu	Izolovaný	Dvojdům	Řadový	Bytový vícepodlažní
Obvodové stěny	15-30%	15-25%	12-20%	30-40%
Vnitřní stěny	5-15%	10-20%	5-10%	5-10%
Střecha nebo strop pod půdou	5-15%	8-15%	10-15%	5-8%
Strop nad sklepem nebo podlaha na terénu	5-8%	7-10%	10-12%	4-6%
Okna a vstupní dveře (včetně infiltrace)	48-55%	40-45%	40-50%	40-60%

Tabulka 1: Rozložení ztrát v různých částech obvodové konstrukce v různých typech domů [8]

Jedním z hlavních pravidel, jak vyhodnotit potřebná opatření vedoucí k získání lepšího komfortu budovy, je provedení projektové dokumentace stávajícího stavu budovy, která mnohdy poukáže na zásadní nedostatky, kterých bychom si při pouhém průzkumu nevšimli nebo si je neuvědomili. Důležité je navržené změny vedoucí k zlepšení situace důkladně promyslet. Mnohdy dochází k zásadním chybám návrhů detailů, zvláště pak u velmi starých budov, kde se musí brát v potaz všechny vlivy ovlivňující objekt, například zemní vlhkost a nefunkční či velmi stará hydroizolační ochrana, která už neplní či brzy přestane plnit svou funkci.

U zvoleného objektu je nutné vycházet z projektové dokumentace stávajícího stavu a z tepelně technického posouzení, které poukázalo na základní nedostatky v opláštění a konstrukčním řešení budovy. Je nutné navrhnout vhodná řešení, které tyto nedostatky eliminují, zohlednit veškerá úskalí a následné chování objektu, které se projeví po provedení



navržených stavebních úprav. Též je nutné zohlednit přínos ale i naopak následky navrženého řešení, například světlá výška místností, která se může snížit navrženým zateplením stropu 1.PP. Dále je nutné zvolit vhodný kompromis mezi navrženými změnami, cenovými náklady úprav a návratností investice.

### 1.2.1 Vodní pára a její kondenzace

Než přikročíme k jednotlivým částím objektu řešeného bytového domu, kterými se budeme zabývat za cílem úspory energie a tepla, je nutné si v první řadě něco říci o vodní páře a její kondenzaci. Kondenzace vodní páry v konstrukcích bude v této práci mnohokrát zmiňována a pochopit tento složitý proces je pro laiky velmi obtížně pochopitelné téma. Bohužel k němu nemají dostatečně odborný přístup ani stavebně vzdělaní lidé, přitom však může způsobovat, a také velmi často způsobuje, velké škody na stavbách, a proto je nutné se tomuto tématu intenzivně věnovat. Toto téma popisuje Ing. Roman Šubrt na internetovém portálu [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz), Poněvadž je tento problém autorem výstižně a srozumitelně popsán je z větší míry tato kapitola převzata od tohoto autora.

#### Zdroje vodní páry

„Vodní pára v budovách vzniká při mnoha činnostech. Za hlavní zdroje vlhkosti v bytech lze považovat respiraci (dýchání živých organismů - lidí, zvířat...), odpařování z rostlin, odpařování z vlhkých povrchů (mytí, vytírání...), pára vznikající při lidské činnosti (vaření, sprchování...), ale také třeba chemické procesy odehrávající se v bytě, především hoření zemního plynu při vaření.

Vlhkost vzduchu se zpravidla vyjadřuje v relativní vlhkosti, to je procento vlhkosti ve vzduchu, kde 100% představuje vlhkost vzduchu, kdy je vzduch nasycen vodní párou, kdy již nemůže docházet k jejímu zvyšování (každé zvýšení vlhkosti má za následek kondenzaci vodní páry do kapalného stavu). Tato relativní vlhkost vzduchu je pochopitelně závislá na jeho teplotě - čím je teplota vzduchu větší, tím více vodní páry může obsahovat. Nebo obráceně: zvýšením teploty vzduchu při stejném obsahu vodní páry v něm dochází ke snižování relativní vlhkosti vzduchu. O tomto se můžeme přesvědčit například v podzimních ránech, kdy s poklesem teploty vzduchu dojde ke zvýšení relativní vlhkosti na 100% a začne docházet ke kondenzaci vodní páry do formy malých kapiček - tvoří se mlha.

#### Obsah vodní páry ve vzduchu

Relativní vlhkost vzduchu závisí na jeho teplotě a na množství vodní páry v něm obsažené. Níže je uvedena tabulka 2 pro normovou teplotu a vlhkost vzduchu v exteriéru (-15°C a 84%) a pro normovou teplotu v interiéru a různé relativní vlhkosti vzduchu. V tabulce jsou uvedeny přibližné vlastnosti teploty a vzduchu, při které hrozí kondenzace a růst plísní. Je patrné, že pokud je vzduch suchý, tak i při velmi nízkých teplotách nedochází ke kondenzaci vodní páry či riziku růstu plísní (např. hodnoty uvedené v řádcích 2 až 5). Naopak i vzduch s velkou relativní vlhkostí a nízkou teplotou má velmi malý obsah vodní páry (viz řádek 1).

	Teplota vzduchu	Relativní vlhkost vzduchu	Tlak vodní páry	Obsah vodní páry	Teplota vzduchu, při které dochází ke kondenzaci	Teplota vzduchu, při které dochází k riziku vzniku plísni
	[°C]	[%]	[Pa]	[g/m <sup>3</sup> ]	[°C]	[°C]
1	-15	84	139	0,87	-16,9	
2	20	25	584	4,33	-0,5	2,5
3	20	30	701	5,19	1,9	5,1
4	20	35	818	6,06	4,1	8,6
5	20	40	935	6,92	6,0	7,9
6	20	45	1052	7,79	7,7	11,0
7	20	50	1169	8,65	9,3	12,6
8	20	55	1285	9,52	10,7	14,1
9	20	60	1402	10,38	12,0	15,4
10	20	65	1519	11,25	13,2	16,7
11	20	70	1636	12,11	14,4	17,9
12	20	75	1753	12,98	15,4	19,0
13	20	80	1870	13,84	16,5	20
14	20	85	1986	14,71	17,4	
15	20	90	2103	15,57	18,3	
16	20	95	2220	16,44	19,2	
17	20	100	2337	17,30	20	

Tabulka 2: Tabulka vybraných vlastností vzduchu

Jaké závěry z tohoto lze učinit?

1. pokud intenzivně větráme, budeme mít vzduch v místnostech suchý
2. u suchého vzduchu nehrozí riziko kondenzace vodní páry
3. u suchého vzduchu nehrozí riziko vzniku plísni na povrchu konstrukcí
4. vodní pára se rozdílem tlaků vodních par mezi dvěma prostory snaží protlačit skrz konstrukci (rozdíl tlaků venkovního vlhkého vzduchu v zimě (ř. 1) a běžného prostředí v místnosti (ř.7) je 1 030 Pa)

### Jaké jsou praktické důsledky těchto závěrů?

ad 1.

Naopak také platí, že pokud omezíme větrání, vzduch v místnosti bude mít více vodní páry - bude vlhčí. Omezování větrání se děje neustále. Původně byly v bytech lokální topidla (kamna) na pevná paliva. Ta pro hoření potřebovala velký přísun čerstvého vzduchu, který po spálení byl odvětrán komínem. Větrání bytů bylo velmi intenzivní. Odstraněním lokálních topidel došlo k výraznému zvýšení relativní vlhkosti vzduchu v místnostech se všemi důsledky. Nejmarkantnějším důsledkem je pak hniloba nosných dřevěných prvků, zejména uhnívání zhlaví stropních trámů.

Dalším významným zásahem do větrání je instalace silikonového těsnění do oken a ještě větším zásahem pak je výměna dřevěných zdvojených oken za plastová. Dřevěná zdvojená okna (také zvaná šroubovaná, paneláková) totiž nejen že netěsní mezi rámem a

křídlem okna, ale i mezi rámem a okolní zdí. Zde se používal jako těsnění skelný provazec, který postupem doby degradoval a v podstatě vůbec nebyl funkční. Výměnou oken (někdy postačí i pouhé zateplení fasády, při kterém se utěsní spára mezi oknem a zdivem) se výrazně omezí větrání a tím se mohou na studených površích začít objevovat plísně. Pokud tedy není zateplení provedeno důsledně na všech konstrukcích, může dojít vlivem utěsnění spár ke zvýšení relativní vlhkosti v bytě a následné kondenzaci na tepelně neizolovaných místech. Průvodním jevem jsou pak plísně.

ad 2.

Při suchém vzduchu (obvykle vlivem intenzivního větrání) nehrozí vznik plísní. Proto starší domy s netěsnými okny těmito neduhy netrpívají. Těsnost konstrukce však snižuje intenzitu větrání, což má za důsledek vlhčí vzduch v interiéru a velmi časté problémy s kondenzací vodní páry.

ad 4.

Vodní pára se snaží velkým rozdílem tlaků proniknout konstrukcí. Pokud jí pronikne velké množství, může začít kondenzovat v konstrukci. Pokud nestačí v letním období vysychat, začne se v konstrukci hromadit a může způsobovat vážné problémy. Tyto problémy mohou vést až k destrukci domu, zejména pokud se jedná o dřevostavbu. Může však dojít i k lokálnímu nasycení konstrukce a následnému růstu mikroorganismů. Proto je nutné na vnitřní stranu konstrukce dávat takové materiály, které pronikání vodní páry zabrání a naopak na vnější povrch konstrukce materiály s velkou tepelně izolační schopností a velkou prostupností pro vodní páru. To se týká nejen zateplování podkroví, ale také například polyuretanové pěny okolo okenních otvorů.

### **A na závěr**

Pro zdraví člověka je vhodná relativní vlhkost vzduchu 50 až 60%, ovšem bez sporů plísní. Proto je nutné přiměřeně, nikoliv nadměrně, větrat. Je také nutné mít dostatečné tepelné izolace tak, aby všechny povrchy konstrukcí i v rozích, kde neproudí vzduch a v místech, kde jsou tepelné mosty či tepelné vazby, měly větší povrchovou teplotu, než je teplota kritická, při které hrozí růst plísní.“ [9]

### 1.3 Zateplení obvodového pláště nadzemních podlaží

Zateplení obvodového pláště domu není důležité jen z hlediska ekonomického, kdy úspory energie na vytápění mohou ušetřit až 60% ze současné spotřeby tepla, ale dochází také k výraznému zlepšení kvality bydlení. V domech a bytech můžeme zamezit tvorbě současných plísní, mnohdy skryté např. pod plovoucí podlahou, okolo oken, pod parapetem,.... Díky jejich odstranění získáme přerušení šíření sporů plísní vzduchem, které jsou výraznými alergeny a způsobují různé, v dnešní době tak hojné, alergické reakce. Zlepší se také pocit pobytu a tepelné pohody v místnosti, kdy stěny budou mít následkem zateplení větší povrchovou teplotu, díky které dojde během zimních měsíců k odstranění tzv. „studeného sálání“, které má kromě psychické nepohody též negativní dopad na lidský organismus. Naopak v době letních veder zateplení obvodového pláště znatelně sníží teplotu v domě a zabrání přehřívání. Použití vhodného izolantu také zlepší útlum hluku, který pláštěm prochází do obytných místností. [8]

Dalším přesvědčivým argumentem vedoucím k rozhodnutí zateplení obvodového pláště je zastavení současné destrukce domu. Jedná se především o korozi vnitřní výztuže panelů obvodového pláště. Zateplením se zamezí vzniku mrazových trhlin a zatékání do styků panelů, atd. Tento aspekt lze uplatnit hlavně u panelových domů postavených v druhé polovině 20.stol. a později.

V dnešní době je vynalezeno mnoho způsobů a materiálů určených k zateplení obvodového pláště. Je tedy na místě zhodnotit možné způsoby zateplení, klady a zápory jednotlivých variant a vybrat nejvhodnější pro námi zvolený objekt.

- 1) Podle umístění tepelné izolace: a) tepelná izolace umístěna na vnitřní straně konstrukce  
b) tepelná izolace umístěna na vnější straně konstrukce
- 2) Podle konstrukčního řešení: a) vnější kontaktní zateplovací systémy  
b) předvěšené (provětrávané) fasádní systémy  
c) tepelně izolační omítky

Pro zhodnocení vhodného způsobu zateplení našeho objektu jsme vytvořili v programu „Teplo“ skladbu stěny bez použití tepelného izolantu (skladba stávající konstrukce stěny), skladbu stěny zateplenou pěnovým polystyrenem tloušťky 150 mm a minerální vatou tloušťky 150 mm. Nejvýznamnější výstupy, které nás zajímají, a které nám nejvíce ovlivní hodnocení skladeb jsou tyto:

- Součinitel prostupu tepla
- Tepelný odpor
- Množství zkondenzované a vypařené vodní páry za rok

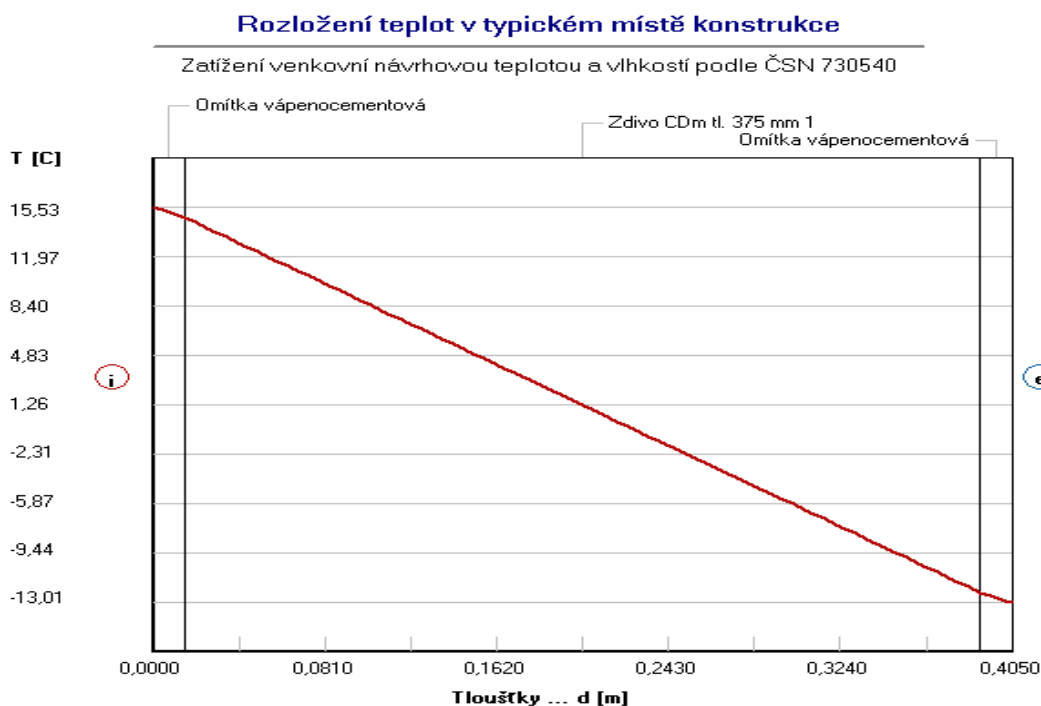
Dále byl vytvořen v programu „Area“ detail věnce s napojením stropní konstrukce, který poukáže na průběh teplot v konstrukci tzv. „teplotní pole“. Detail věnce byl vytvořen pro stávající, tedy nezateplený stav konstrukce (detail je rozkreslen a přiložen v příloze práce

pod označením **III.-A**), dále pro detail věnce zateplení z interiéru (**III.-B**) a kontaktně z exteriéru (**III.-C**).

Z vyhodnocených výsledků těchto dvou programů bude následně vyhodnocena vhodnost způsobu zateplení.

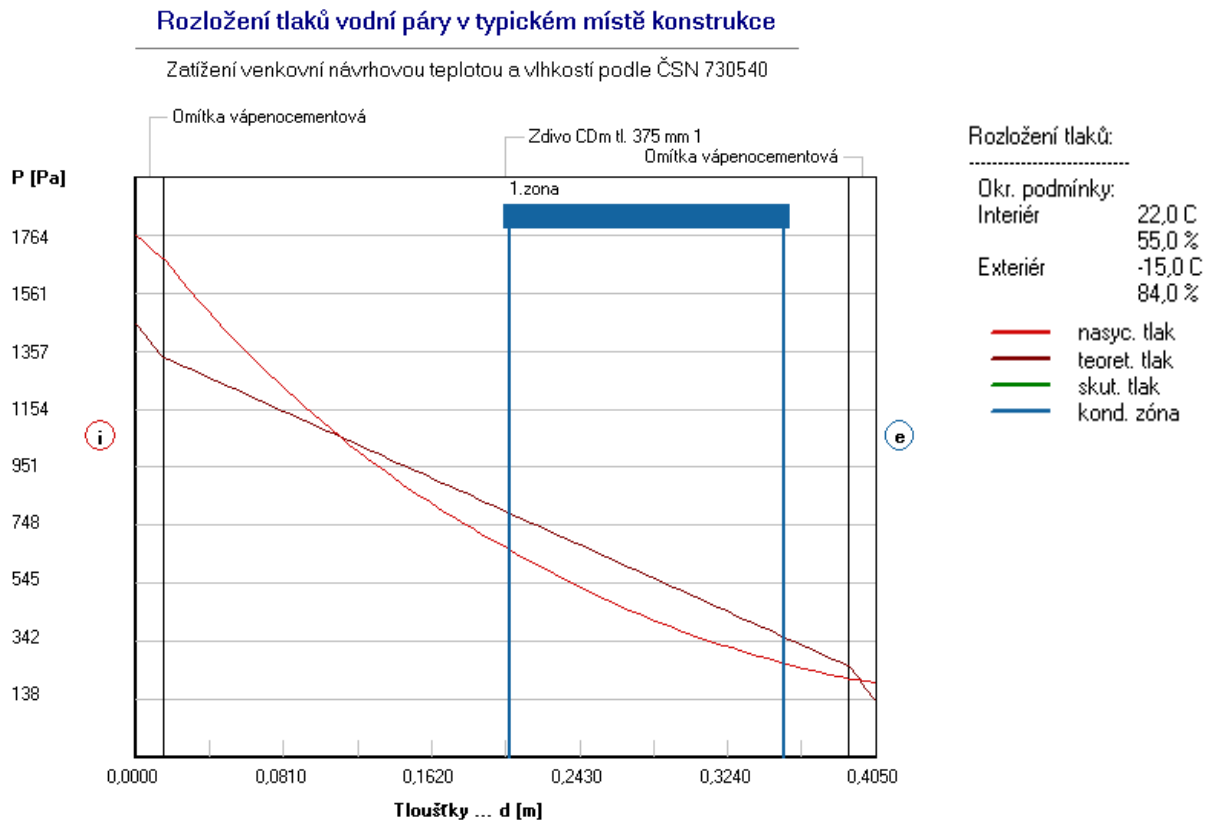
### 1.3.1 Tepelná izolace umístěná na vnitřní straně konstrukce Stávající konstrukce obvodové stěny

Pro získání konkrétnější představy o stávající obvodové stěně, především její tepelně technických vlastností, provedme pomocí programu „Teplo“ tepelně technické zhodnocení této konstrukce. Okrajové podmínky byly zvoleny podle těchto kritérií. Podmínky pro exteriér ovlivňuje poloha objektu, především nadmořská výška. Námi posuzovaný objekt se řadí do oblasti venkovní návrhové teploty  $-15,0^{\circ}\text{C}$  a návrhové vlhkosti  $84,0\%$ . Okrajové podmínky pro interiéru byly zvoleny pro obytné budovy, konkrétně pro převažující obývací místnosti. Návrhová teplota pro interiéru obývacích místností se zohledněním přírážky  $\Delta T_{ai}$  (vyjadřuje rozdíl mezi návrhovou teplotou vnitřního vzduchu a návrhovou vnitřní teplotou stanovená tabulkou 12 v ČSN 73 0540-3) je vypočtena na  $22,0^{\circ}\text{C}$ , návrhová vlhkost  $55,0\%$  (vlhkost místnosti  $50\%$  + uplatněná přírážka k vnitřní relativní vlhkosti  $5\%$ ). Z výstupních výsledků programu byl zjištěn vypočtený součinitel prostupu tepla  $U=1,344\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  a tepelný odpor konstrukce  $R=0,574\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ . Porovnáme-li tuto spočtenou hodnotu součinitele prostupu tepla s požadavky současně platným normám zjistíme, že takto vytvořená konstrukce stěny je v dnešní době velice nevyhovující (požadované a doporučené hodnoty součinitelů prostupu tepla dle ČSN 73 0540 lze nalézt v příloze práce pod označením **IV.**). Dále můžeme vidět na obrázku 2, který je výstupem námi využívaného programu průběh teplot v konstrukci stěny. Z obrázku lze vyčíst lineární pokles teploty od interiéru k exteriéru.



Obrázek 2: Průběh teplot ve stávající konstrukci stěny

Dále na obrázku 3 můžeme vidět rozložení tlaků vodní páry v konstrukci stěny. Z hodnocení vyplývá, že ke kondenzaci bude v konstrukci docházet při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^{\circ}\text{C}$  v návrhových okrajových podmínkách v 2. vrstvě konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti  $0,2045\text{m}$  a končí pravou hranicí  $0,3552\text{m}$  měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno  $5,023\text{E}-008\text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ .



Obrázek 3: Rozložení tlaků vodní páry ve stávající konstrukci stěny

Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,0458\text{ kg}/(\text{m}^2.\text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $3,6874\text{ kg}/(\text{m}^2.\text{rok})$ . Z těchto hodnot lze poměrně snadno vyčíst, že vzhledem k většímu množství vypařené vodní páry dojde k vyschnutí skladby.

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér  $22,0^{\circ}\text{C}$ ,  $55,0\%$  ; exteriér  $-15,0^{\circ}\text{C}$ ,  $84,0\%$

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 0,574\text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 1,344\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $0,0458\text{ kg}/(\text{m}^2.\text{rok})$

Vypařená vodní pára:  $3,6874\text{ kg}/(\text{m}^2.\text{rok})$

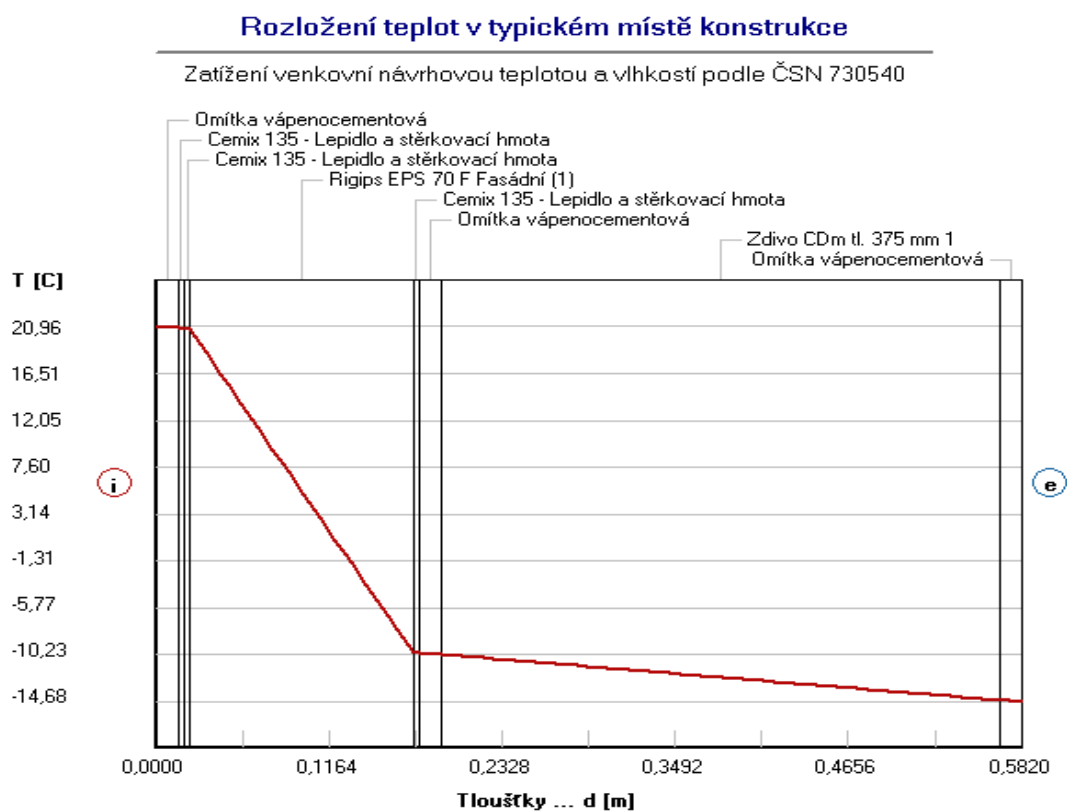
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^{\circ}\text{C}$ .

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

### Stávající konstrukce stěna zateplená pěnovým polystyrenem

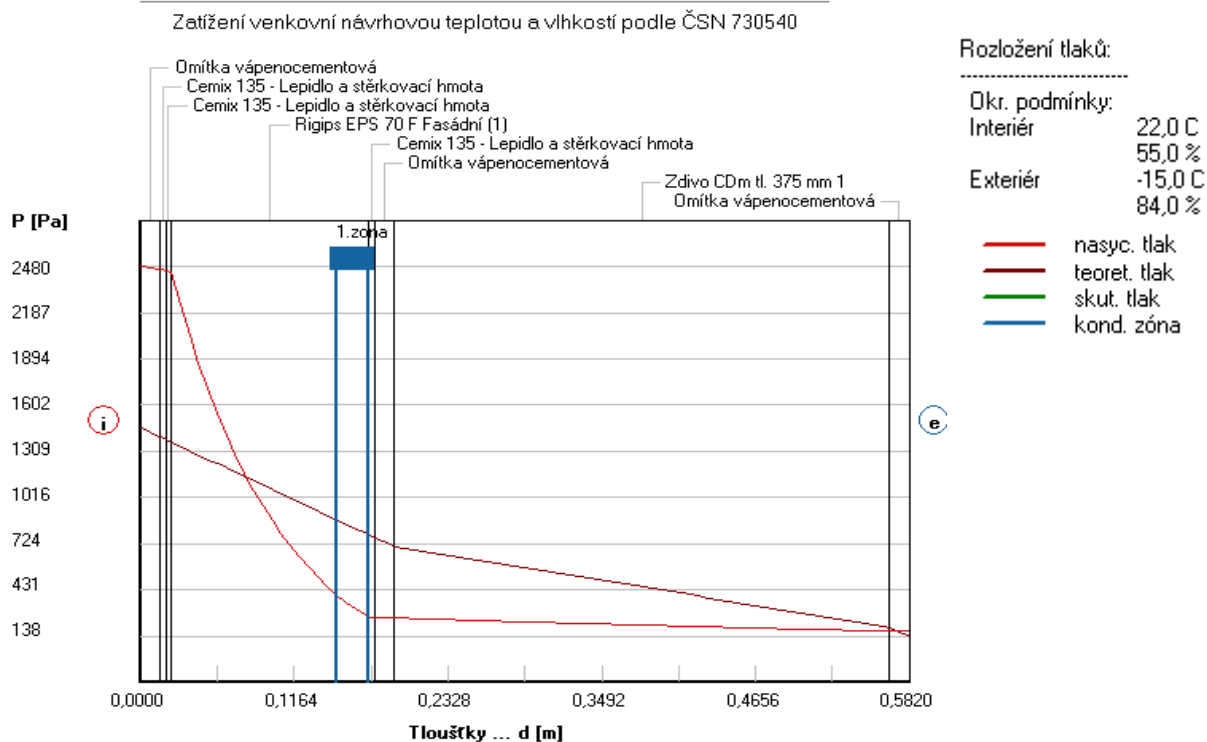
Abychom zjistili, jak ovlivní zvolený tepelný izolant a jeho poloha konstrukci obvodové stěny, je opět nutné provést tepelně technický výpočet této konstrukce. V této části je zvolen tepelný izolant jako pěnový polystyren Rigips EPS 70 F tloušťky 150 mm. Okrajové podmínky jsou shodné s okrajovými podmínkami stávající posuzované konstrukce stěny včetně jednotlivých přírážek. Z výstupních výsledků programu byl zjištěn vypočtený součinitel prostupu tepla  $U = 0,216 \text{ W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor konstrukce  $R = 4,456 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Porovnáme-li tuto spočtenou hodnotu součinitele prostupu tepla s požadavky platných norem, zjistíme, že se konstrukce řadí mezi doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Z obrázku 4 znázorňující průběh teplot v konstrukci stěny můžeme vidět rapidní pokles teploty v oblasti tepelného izolantu, a to až o  $31,19^\circ\text{C}$ , další průběh klesající teploty v konstrukci je pozvolný.



**Obrázek 4: Rozložení teplot ve stávající konstrukci stěny zateplené pěnovým polystyrenem z interiéru**

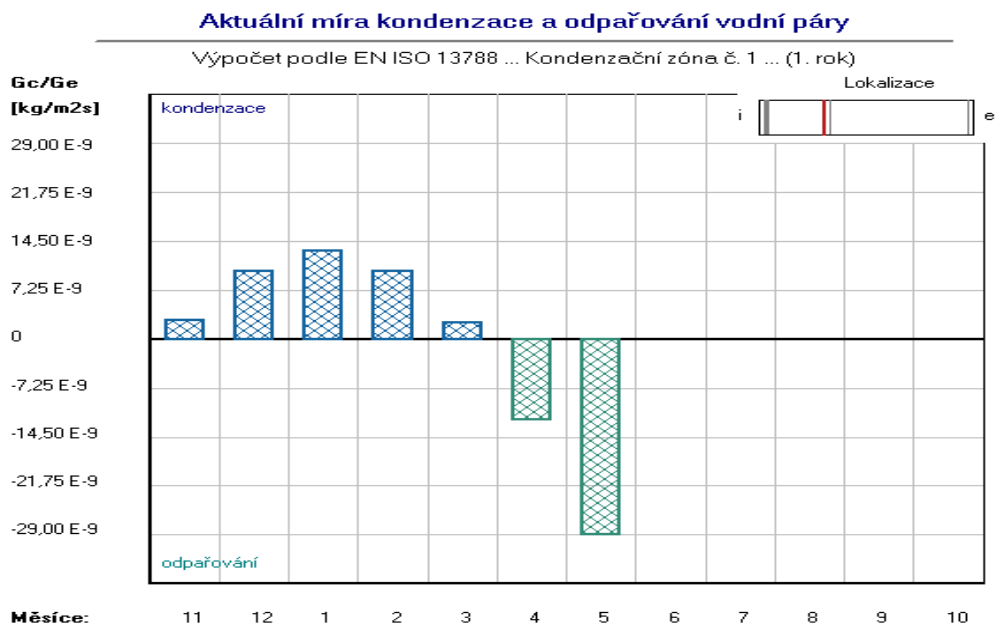
Na obrázku 5 můžeme opět vidět rozložení tlaků vodní páry v konstrukci stěny. Z hodnocení vyplývá, že ke kondenzaci bude v konstrukci docházet při venkovní teplotě nižší než  $10,0^\circ\text{C}$  v návrhových okrajových podmínkách v 4. vrstvě konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti  $0,1487 \text{ m}$  a končí pravou hranicí  $0,1730 \text{ m}$  měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno  $5,390\text{E}-008 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ .

### Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce



Obrázek 5: Rozložení tlaků vodní páry ve stávající konstrukci stěny zateplení pěnovým polystyrenem z interiéru

Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,3359 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $0,8820 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ .



Obrázek 6: Obrázek zkondenzované a vypařené vodní páry obvodové stěny zateplené pomocí EPS



Z obrázku 6 je patrné, že dochází ke kondenzaci od listopadu až do března. V průběhu dubna a května dochází k vypaření zkondenzované vodní páry. Vzhledem k většímu množství vypařené vodní páry než zkondenzované, lze poměrně snadno dojít k závěru, že na konci modelového roku je zóna suchá.

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 55,0% ; exteriér -15,0°C, 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 4,456 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,216 \text{ W/m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $0,3359 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{rok)}$

Vypařená vodní pára:  $0,8820 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{rok)}$

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $10,0^\circ \text{C}$ .

Podle EN ISO 13788

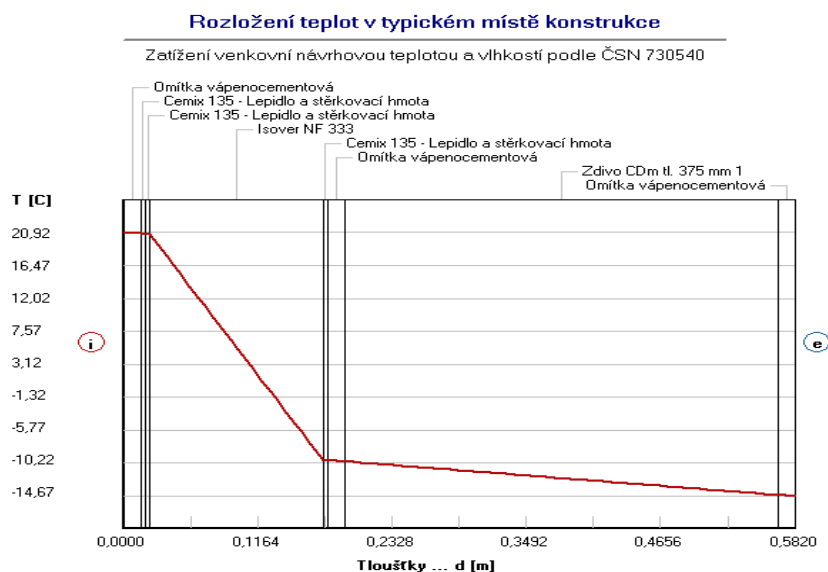
Zkondenzovaná vodní pára:  $0,1016 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{rok)}$

Vypařená vodní pára:  $0,1016 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{rok)}$

Na konci modelového roku je zóna suchá.

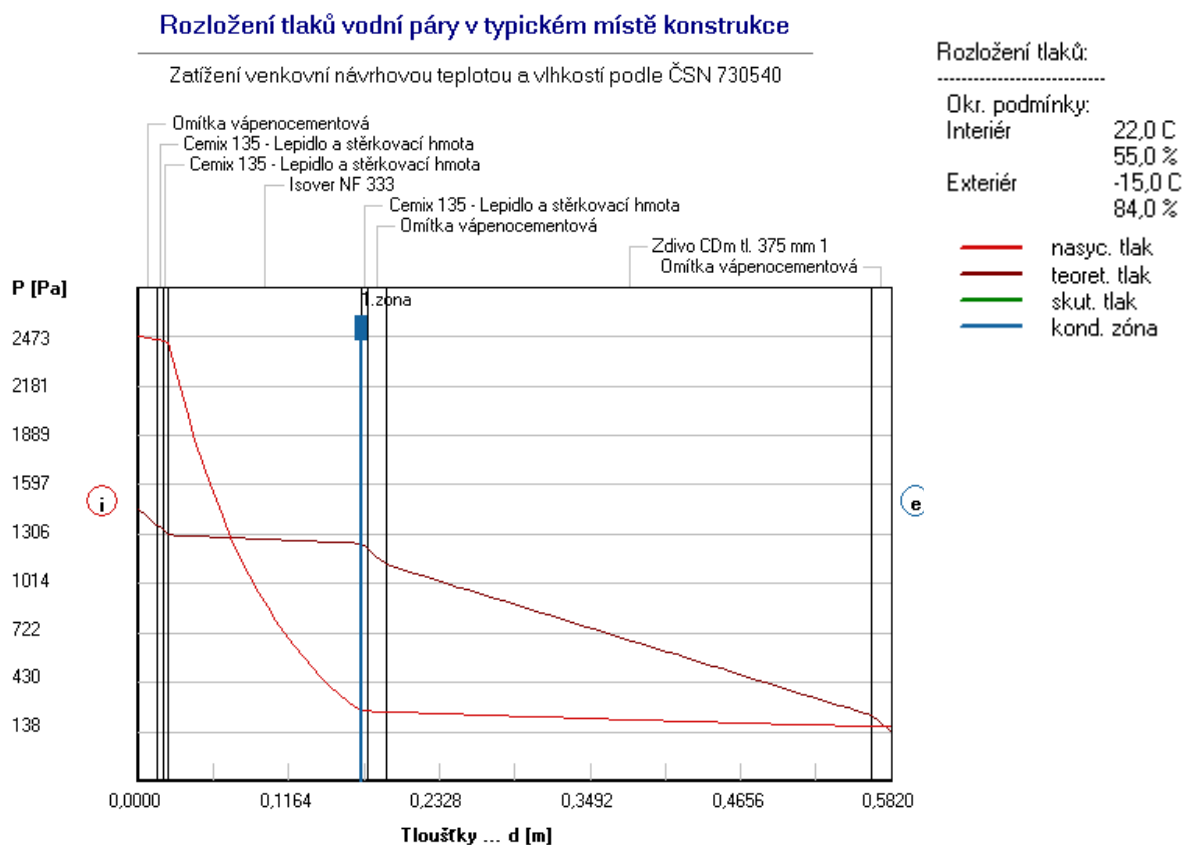
### Stávající konstrukce stěna zateplená minerální vatou

Následuje pro porovnání zvolení tepelného izolantu na místo pěnového polystyrenu minerální vatu Isover NF 333 tloušťky 150 mm. Součinitel prostupu tepla byl spočten  $U = 0,225 \text{ W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor konstrukce  $R = 4,269 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Porovnáme-li tyto hodnoty minerální vaty s vypočítanými hodnotami pěnového polystyrenu, povšimneme si mírného zhoršení tepelně technických vlastností. Součinitel prostupu tepla porovnaný s požadavky platných norem se opět řadí mezi doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Na obrázku 7 je opět vidět rapidní pokles teploty v oblasti tepelného izolantu až o  $31,14^\circ\text{C}$ , další průběh klesající teploty v konstrukci je opět pozvolný. Dále porovnávejme skladbu s a bez použití parotěsné fólie.



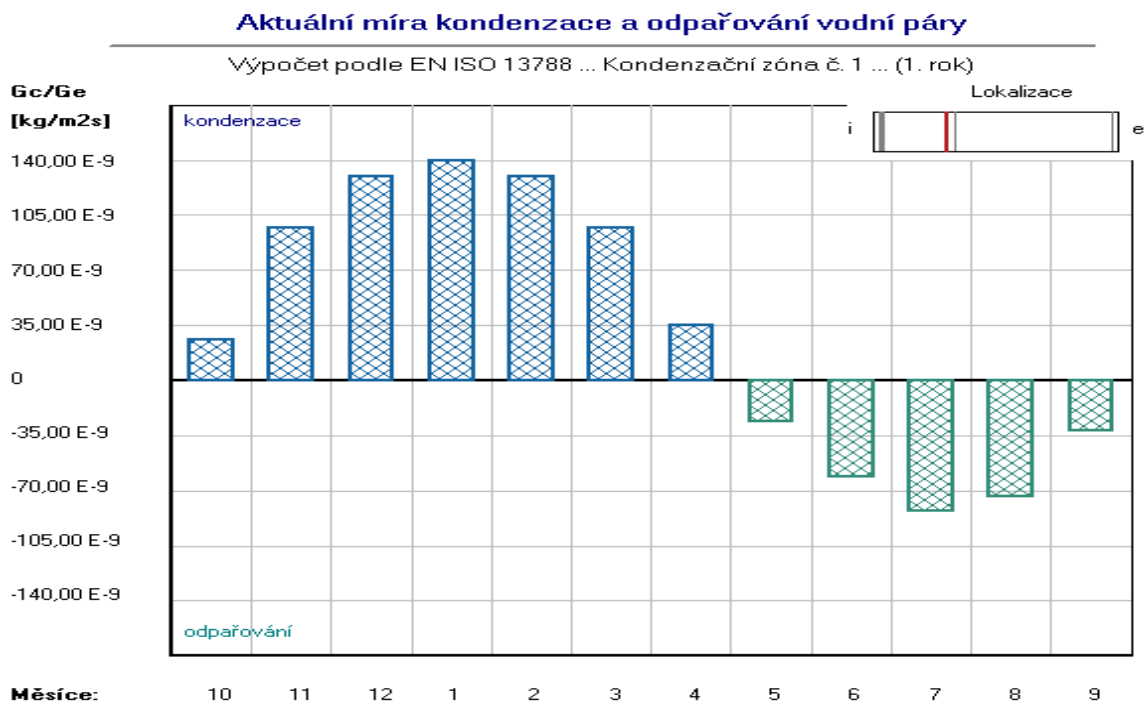
**Obrázek 7: Rozložení teplot ve stávající konstrukci stěny zateplené minerální vatou z interiéru**

Na obrázku 8 můžeme opět vidět rozložení tlaků vodní páry v konstrukci stěny, kde ve skladbě není použita parotěsná fólie. Ke kondenzaci dle výpočtů dochází při venkovní teplotě nižší než  $15,0^{\circ}\text{C}$  v návrhových okrajových podmínkách na rozhraní 4-5 vrstvy konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,173 m a končí pravou hranicí 0,1730 m měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na  $3,923\text{E}-0007 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ .



**Obrázek 8: Rozložení tlaků vodní páry stávající obvodové stěny zateplené pomocí minerální vaty bez použití parotěsné fólie**

Dle výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bez použití parotěsné fólie bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $3,0584 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{.rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $2,5029 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{.rok})$ . Dle výsledků dochází ke kondenzaci vodní páry viz. obrázek 9. Tento obrázek zobrazuje množství zkondenzované a vypařené množství vodní páry dle jednotlivých měsíců v roce.



**Obrázek 9: Obrázek zkondenzované a vypařené vodní páry obvodové stěny zateplené pomocí minerální vaty bez použití parotěsné fólie**

Z obrázku je patrné, že dochází ke kondenzaci od října až do dubna. Od května do září dochází k vypařování zkondenzované vodní páry. Vzhledem k většímu množství zkondenzované vodní páry než vypařené je patrné, že na konci modelového roku je zóna stále vlhká. Takto navržená konstrukce stěny bude rájem pro vznik plísní a velice ovlivní vnitřní prostředí objektu. Ze sporů plísní se zanedlouho mohou objevovat zdravotní problémy obyvatel. Konstrukce objektu bude vlivem vlhka degradovat a zhoršovat své vlastnosti, postupně bude docházet k vážným poruchám objektu.

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 55,0% ; exteriér -15,0°C, 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 4,269 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,225 \text{ W/m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $3,0584 \text{ kg/(m}^2\text{.rok)}$

Vypařená vodní pára:  $2,5029 \text{ kg/(m}^2\text{.rok)}$

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $15,0^\circ \text{C}$ .

Podle EN ISO 13788

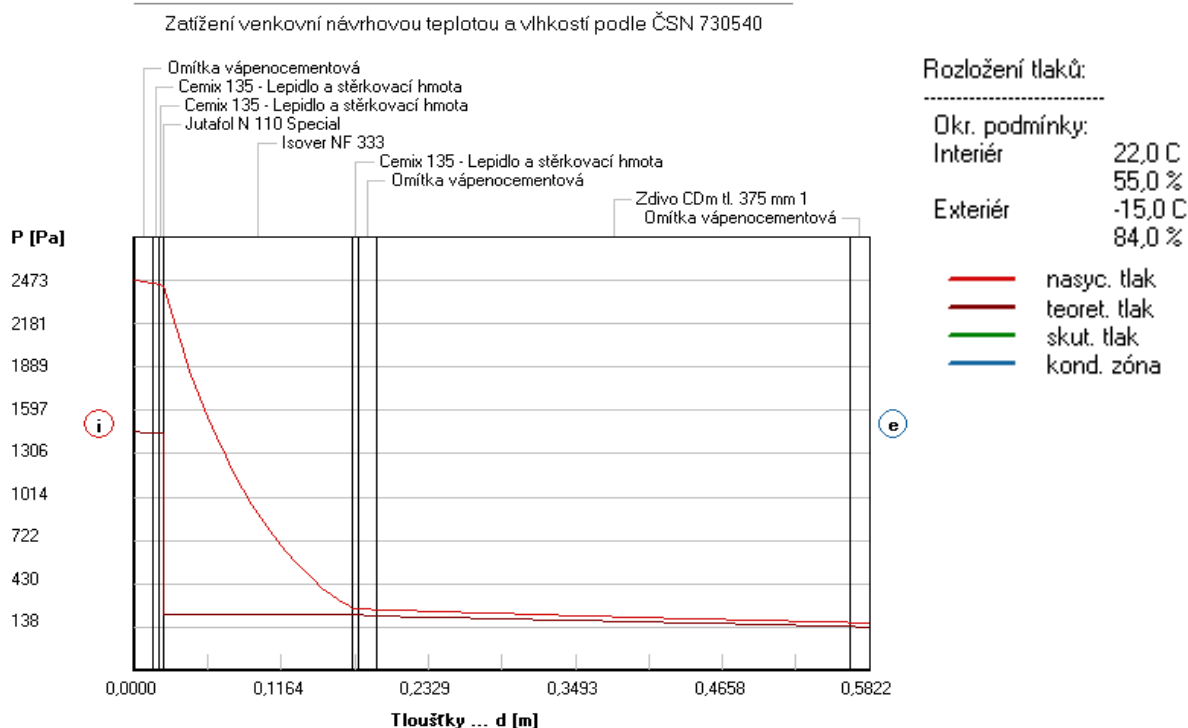
Zkondenzovaná vodní pára:  $1,7206 \text{ kg/(m}^2\text{.rok)}$

Vypařená vodní pára:  $0,7328 \text{ kg/(m}^2\text{.rok)}$

Na konci modelového roku je zóna stále vlhká.

Na obrázku 10 můžeme opět vidět rozložení tlaků vodní páry v konstrukci stěny, již s použitou parotěsnou fólií. Z výsledků vyplývá, že při venkovní návrhové teplotě nedochází ke kondenzaci vodní páry.

## Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce



Obrázek 10: Rozložení tlaků vodní páry stávající obvodové stěny zateplené pomocí minerální vaty s použitím parotěsné fólie

Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 55,0% ; exteriér -15,0°C, 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 4,269 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,225 \text{ W/m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $0,0000 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{rok)}$

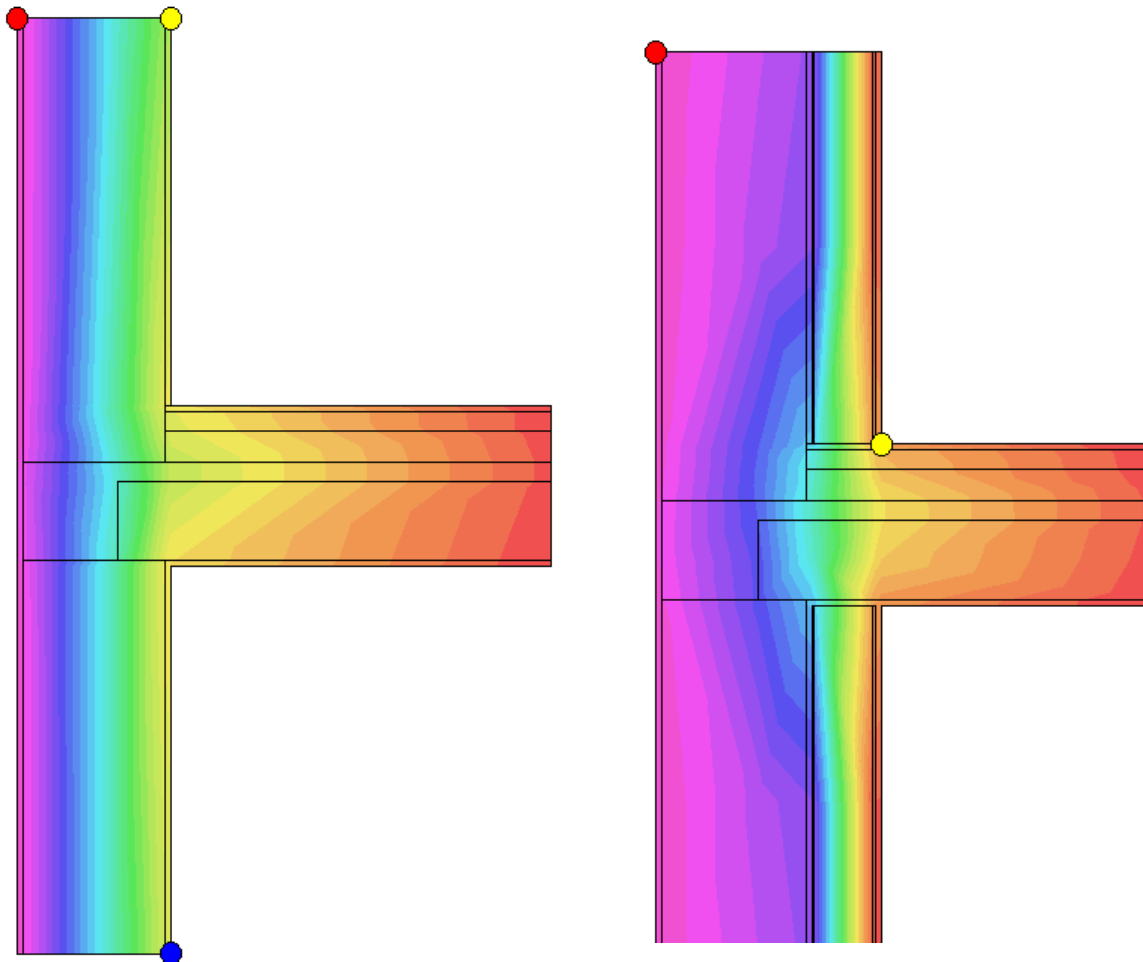
Vypařená vodní pára:  $0,0000 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{rok)}$

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

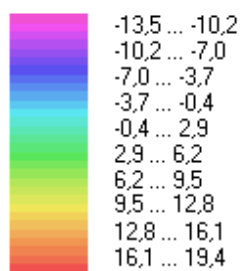
Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Průběh teplot v detailu věnce:



Teplotní pole [C]:

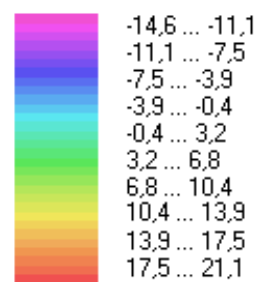


●  $T_{si}=-13,53$  C;  $fR_{si}=0,958$

●  $T_{si}=9,91$  C;  $fR_{si}=0,712$

●  $T_{si}=7,47$  C;  $fR_{si}=0,642$

Teplotní pole [C]:



●  $T_{si}=-14,64$  C;  $fR_{si}=0,990$

●  $T_{si}=16,82$  C;  $fR_{si}=0,860$

●  $T_{si}=16,82$  C;  $fR_{si}=0,860$

Obrázek 11: Průběh teplot v detailu věnce bez použití izolantu

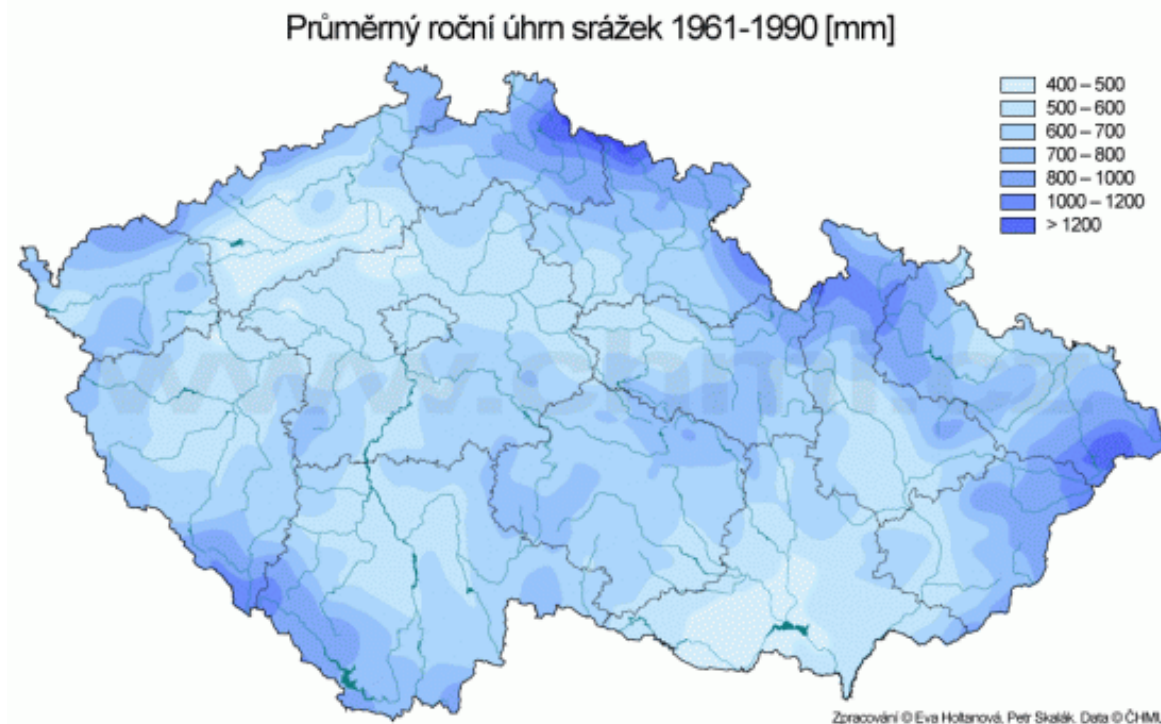
Obrázek 12: Průběh teplot v detailu věnce s použitím izolantu z interiéru

Z obrázků 11 a 12, které jsou jednotlivými výstupy z energetických programů znázorňujících průběh vedení tepla v detailu věnce, tyto detaily jsou podrobně rozkresleny přiloženy do příloh této práce pod označením **III.-A** a **III.-B**. V konstrukci je viditelná změna průběhu teplot před použitím a po aplikaci tepelného izolantu. Například teplotní rozhraní kolem 0°C se posouvá více směrem k interiéru na rozhraní stávající konstrukce a tepelného izolantu. Tento fakt má za následek snižování povrchových teplot konstrukcí pod teplotu rosného bodu, což vyvolá efekt kondenzování vodní páry na povrchu stěn. Výsledkem popisovaného jevu je vznik ideálního prostředí pro tvorbu plísní a jejich následné šíření po a v konstrukci, které vyvolávají vznik a rozšiřování poruch domu. Naopak v letních obdobích bude efekt tohoto způsobu zateplení opačný a nastane efekt přehřívání původní konstrukce stěny. Tento efekt vyvolá větší teplotní změny materiálů, které způsobí rozpínání a smršťování materiálů, což samozřejmě vede k většímu namáhání takto zateplených konstrukcí a konstrukcí na tyto konstrukce napojené. Tento fakt je velice nebezpečný z pohledu trvanlivosti materiálů a tvorbě poruch konstrukcí.

Hromadění vlhkosti pod tepelnou izolací závisí na množství srážek v místě stavby, propustnosti tepelné izolace. Množství srážek v místě naší stavby lze vyčíst z obrázku 13, na kterém je zobrazen roční úhrn srážek v České republice. Námí posuzovaný objekt se řadí do nízké zátěže ročních srážek.

Podle množství srážek byly vytvořeny tři kategorie vlhkostní zátěže:

- Nízká zátěž, roční srážky max. 600 mm (70 % České republiky)
- Střední zátěž, roční srážky max. 800 mm (25 % České republiky)
- Vysoká zátěž, roční srážky nad 800 mm (5 % České republiky)



Obrázek 13: Roční úhrn srážek v ČR

Velký problém mají materiály, které jsou difuzně otevřené, to znamená, že si vlhkost neumí převést k vnitřnímu povrchu a odvětrat. Mezi tyto materiály se řadí například minerální vlna, kterou bez parozábrany nelze použít ani v nejnižší kategorii (viz obrázek 13). V difuzně otevřené skladbě nejlépe funguje celulóza, kterou můžete použít v kterékoliv, i nejvyšší III., vlhkostní kategorii. Dobře využitelný je překvapivě i pěnový polystyren, pokud není v difuzně otevřené skladbě, tak jej můžete použít pro I. i II. kategorii. Ve III. kategorii s hydrofobní úpravou fasády, například silikonovým nátěrem. Podobně dobré využití má i kalciumsilikát, který umí přesunout vlhkost podobně jako celulóza. Používá se pouze v difuzně otevřené skladbě a vyhoví kterékoliv kategorii.

Důležité je zabránění kondenzaci vodní páry v rozích místností, proto je nutné vytvořit návaznost mezi tepelnou izolací obvodových a vnitřních konstrukcí, například zaizolováním podlahy v přízemí, které se napojí na izolaci stěny. Rosení stěn v rozích omezíme pomocí šikmých náběhů u vnitřních příček. [10]

Vnitřním zateplením nikdy nedokážeme vytvořit souvislou obálku objektu. Tepelné mosty v místech navazujících konstrukcí, například stropů vnitřních stěn a příček, zůstávají (viz obrázek 11 a 12). Můžeme zde zařadit i veškeré kovové konstrukce, které skrze tepelný izolant procházejí. Mějme na mysli například konzoly nesoucí či stabilizující otopná tělesa či potrubí, připevnění různých poliček, obrazů či zavěšené části nábytku. Zde dochází ke zvýšeným tepelným ztrátám. Také zde zůstává riziko povrchové kondenzace vodní páry v interiéru. Nepříjemnou situaci způsobují navazující okenní rámy, které jsou po celém obvodu více ochlazovány a způsobují jejich napadení plísněmi.

Dnešní tepelné izolanty jsou lehké a jejich tepelná akumulční schopnost je velmi nízká. Vnitřní zateplení eliminuje tepelnou akumulaci obvodové konstrukce, která má za následek, při přerušení vytápění, rychlé vychladnutí místnosti. V opačném případě lze tyto místnosti snadno a rychle vyhřát. Velkou nevýhodou v přechodných ročních obdobích je zamezení naakumulování tepelných zisků ze slunečního záření do obvodové konstrukce stěny. Tento fakt způsobuje prodloužení topného období. Je doloženo, že v případě využívání možnosti akumulace tepla do obvodových konstrukcí lze zajistit až 15% úspory tepla oproti budovám, které akumulaci tepla neumožňují. Skutečnost odstranění tepelné akumulace může být někdy výhodou - např. u objektů, které jsou užívány občasně.

V letních obdobích nízká akumulace tepla do obvodových konstrukcí způsobuje přehřívání místností a vnitřního prostředí, což má za následek vzniku tepelné nepohody. Mnohdy se pokoušíme tomuto jevu ubránit montáží klimatizace, která je energeticky a finančně náročná. V našich teplotních oblastech není klimatizační jednotka nutná a při správném řešení zateplení objektu (vnější) se tepelně akumulční schopnost obvodové konstrukce stěn nemění a lze poměrně snadno docílit tepelné pohody jak v zimních tak i v letních obdobích.

V případě aplikace tepelného izolantu z interiéru dochází ke zmenšení podlahové plochy místnosti, která může být v některých menších místnostech velice vzácná. Navíc při provádění zateplovacího systému dochází k omezení, v některých případech dokonce k úplnému pozastavení provozu uvnitř budovy.

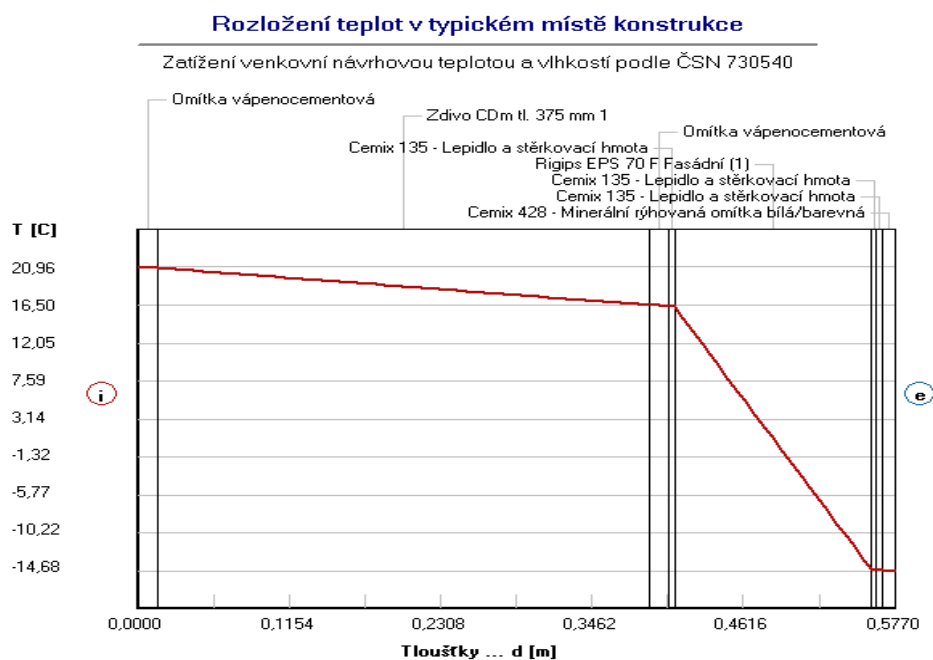
Mezi výhody naopak patří zachování stávající fasády, což je významné zejména u historických a památkově chráněných objektů, kde povrch a členitost pláště má velkou finanční, morální a historickou hodnotu. Dále volbou tohoto způsobu zateplení lze umožnit zateplení dílčí části stěny (např. pouze problematické místnosti). Realizace, na rozdíl od vnějšího zateplení pláště, nevyžaduje lešení či závěsné lávky, čímž se montáž výrazně urychlí o potřebný čas pro stavbu pomocného lešení kolem obvodového pláště, vzniknou menší nároky nebo dokonce dojde k úplnému zamezení nároků na bezpečnost práce ve výškách a sníží se náklady na dělníky potřebné pro stavění a demontáž lešení. Aplikace izolantu není na rozdíl od vnějšího zateplení pláště závislá na počasí. [11]

### 1.3.2 Tepelná izolace umístěná na vnější straně konstrukce

V České republice bývají vnější kontaktní zateplovací systémy označovány zkratkou VKZS. V Německu a Rakousku pak zkratkou WDVS (Wärmedämm-Verbundsysteme), v Evropské unii je zavedena zkratka ETICS (external thermal insulation composite system). Pro realizaci vnějších kontaktních zateplovacích systémů platí ČSN 73 2901.

#### Stávající konstrukce stěny zateplena pěnovým polystyrenem

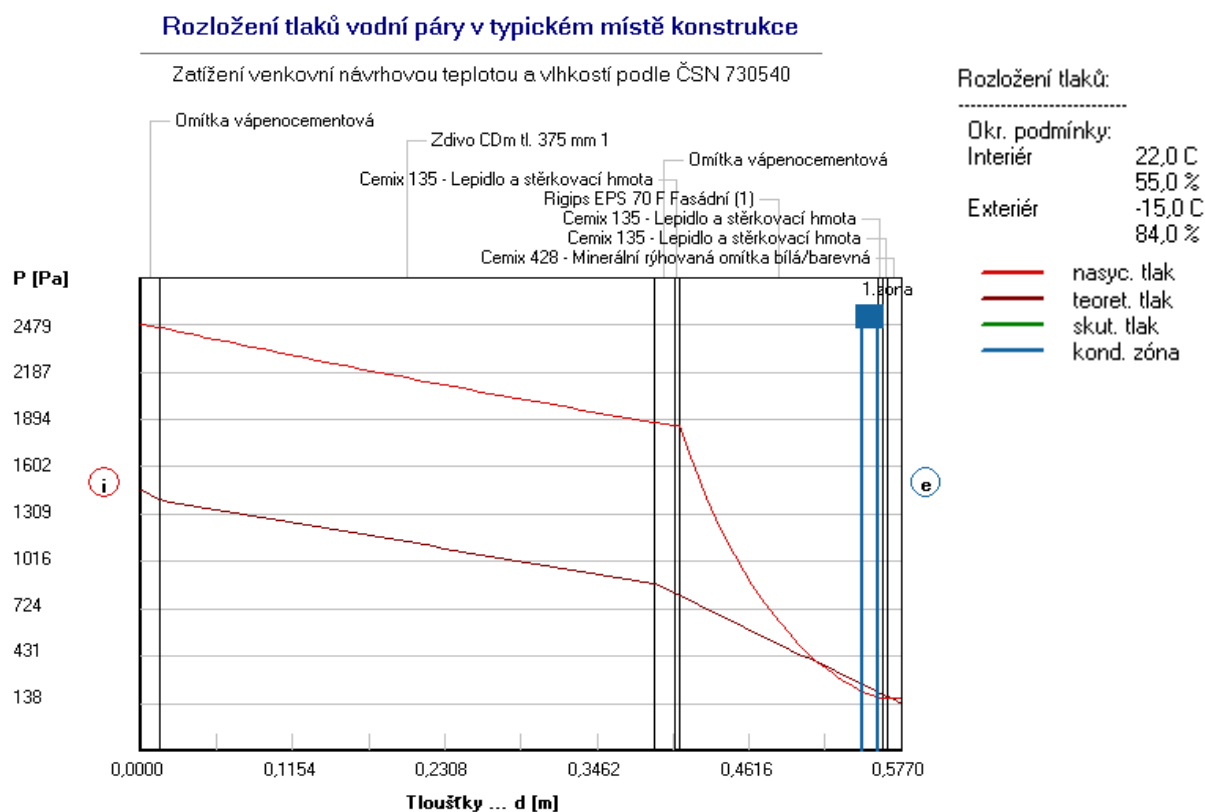
Nyní provedme zhodnocení stávající konstrukce stěny zateplené pěnovým polystyrenem tentokrát z exteriéru. Pro zateplení je navržen fasádní pěnový polystyren Rigips EPS 70 F tloušťky 150 mm. Okrajové podmínky jsou opět shodné s podmínkami posuzované stávající konstrukce. V námi využívaném programu byl vypočten součinitel prostupu tepla  $U = 0,216 \text{ W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor konstrukce  $R = 4,456 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Tato skladba konstrukce se opět řadí mezi doporučené součinitele prostupu tepla uvedené v ČSN 73 0540. Na obrázku 14 je opět znázorněn průběh teplot v konstrukci. Z tohoto obrázku můžeme vidět prvotní pozvolný pokles teploty v části stěny a rapidní pokles teploty v místě tepelného izolantu přibližně o  $31^\circ\text{C}$ .



Obrázek 14: Rozložení teplot ve stávající konstrukci stěny kontaktně zateplené pěnovým polystyrenem z exteriéru



Tento průběh teplot s porovnáním skladby konstrukce, kde byl pěnový polystyren umístěn v interiéru, je velice příznivý a způsobuje zvýšení teploty v konstrukci, čímž předchází větší tvorbě kondenzace vodní páry. To lze snadno zjistit z obrázku 15, kde je zobrazeno rozložení tlaků vodní páry v konstrukci stěny. Ke kondenzaci dle výpočtů dochází při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^{\circ}\text{C}$  v návrhových okrajových podmínkách na rozhraní 5-6, vrstvy konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,5475 m a končí pravou hranicí 0,5590 m měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na  $2,171\text{E}-0008 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ . Kondenzační zóna se nám oproti skladbě, kde je pěnový polystyren umístěn v interiéru, přesunula téměř na konec skladby blíže k exteriéru, což způsobuje snadné vypaření vodní páry.



**Obrázek 15: Rozložení tlaků vodní páry stávající obvodové stěny zateplené kontaktně pomocí fasádního pěnového polystyrenu**

Dle výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,0191 \text{ kg}/(\text{m}^2.\text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $5,2213 \text{ kg}/(\text{m}^2.\text{rok})$ . V konstrukci tudíž dochází k minimální kondenzaci vodní páry, na rozdíl od skladby stěny, kde je pěnový polystyren umístěn blíže k interiéru.

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky:	interiér $22,0^{\circ}\text{C}$ , $55,0\%$ ; exteriér $-15,0^{\circ}\text{C}$ , $84,0\%$
Tepelný odpor konstrukce:	$R = 4,456 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Součinitel prostupu tepla:	$U = 0,216 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
Zkondenzovaná vodní pára:	$0,0191 \text{ kg}/(\text{m}^2.\text{rok})$

Vypařená vodní pára: 5,2213 kg/(m<sup>2</sup>.rok)

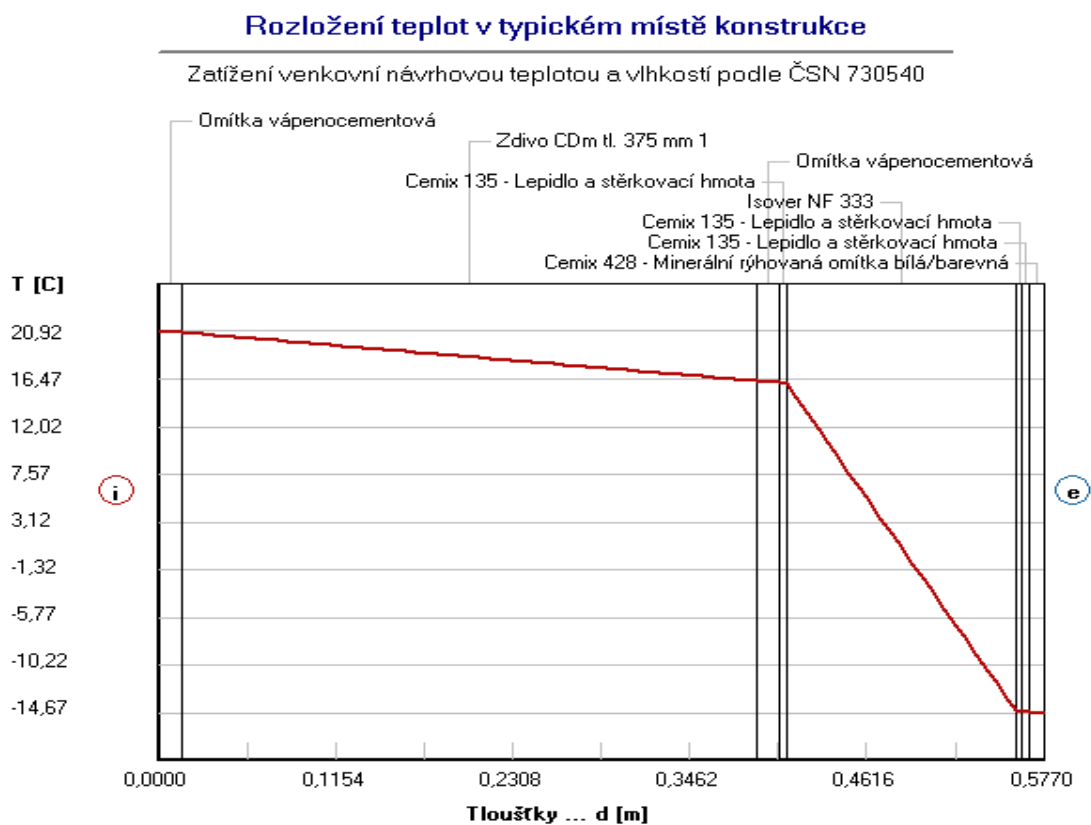
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0° C.

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

#### Stávající konstrukce stěny zateplena minerální vatou

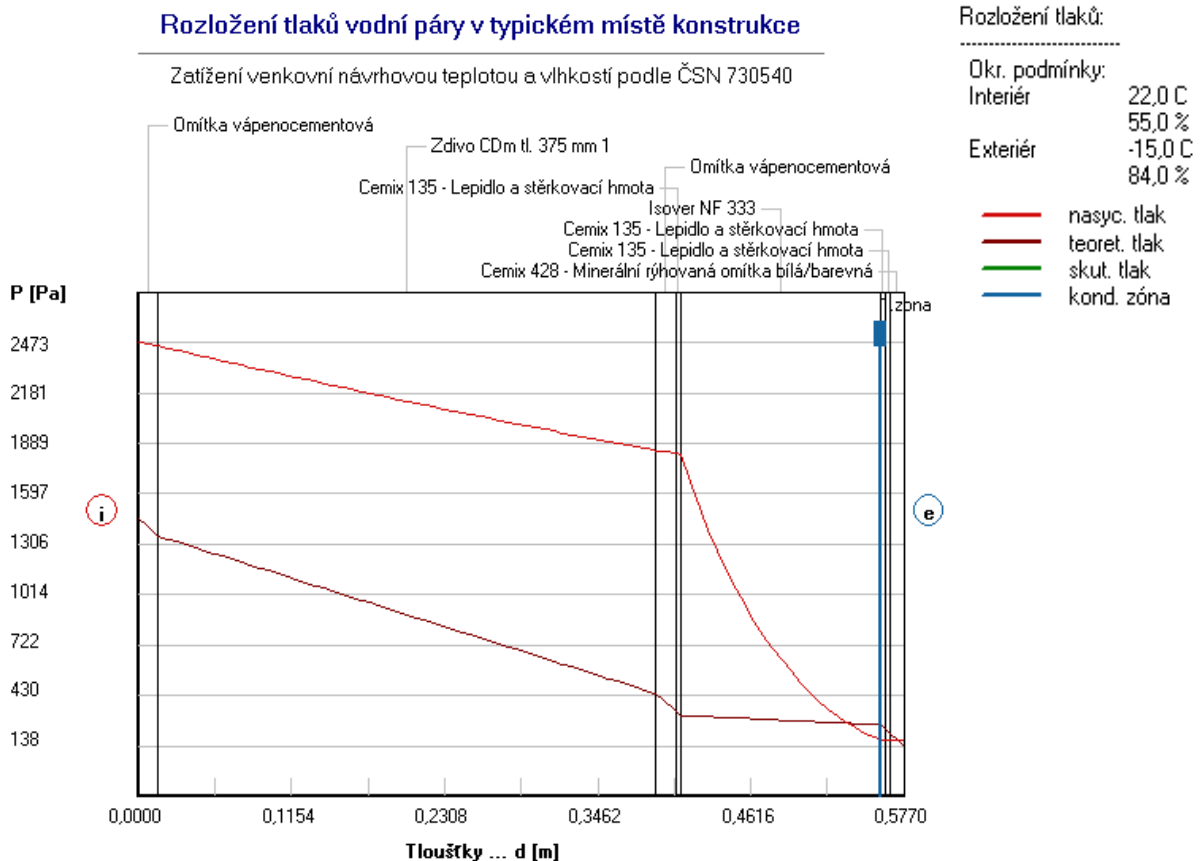
Nyní provedeme opět nahrazení pěnového polystyrenu minerální vatou, abychom získali porovnání tepelně technických vlastností těchto dvou materiálů, tak jako to bylo provedeno u skladeb stěny zateplené z interiéru. Typ minerální vaty byl opět zvolen Isover NF 333 tloušťky 150 mm. Okrajové podmínky jsou opět shodné s předešlými. Vypočtený součinitel prostupu tepla  $U = 0,225 \text{ W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor konstrukce  $R = 4,266 \text{ m}^2\text{K/W}$  disponuje téměř stejnými hodnotami jako u skladby zateplené minerální vatou z interiéru. Tepelným odporem jsme si o 0,003 přihršili, tento rozdíl je však zanedbatelný. Skladba konstrukce se opět řadí mezi doporučené součinitele prostupu tepla uvedené v ČSN 73 0540. Na obrázku 16 je opět znázorněn průběh teplot v konstrukci, který opět znárodňuje prvotní pozvolný pokles teplot a náhlý pokles v oblasti umístěné minerální vaty.



**Obrázek 16: Rozložení teplot ve stávající konstrukci stěny kontaktně zateplené minerální vatou z exteriéru**

Průběh teplot je stejného charakteru jako u předchozí posuzované skladby zateplené pěnovým fasádním polystyrenem. Na obrázku 17 je opět zobrazeno rozložení tlaků vodní páry v konstrukci stěny. Ke kondenzaci, dle výpočtů, dochází při venkovní teplotě nižší než 0,0°C v návrhových okrajových podmínkách na rozhraní 5-6 vrstvy konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,5590 m a končí pravou hranicí 0,5590 m měřené od

vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na 5,526E-0008 kg/(m<sup>2</sup>s). Kondenzační zóna se nám, opět oproti skladbě kdy je minerální vata umístěna v interiéru, přesunula téměř na konec skladby blíže k exteriéru a způsobuje snadné vypaření vodní páry.



**Obrázek 17: Rozložení tlaků vodní páry stávající obvodové stěny zateplené kontaktně pomocí minerální vaty**

Dle výsledků hodnocení roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství 0,0977 kg/(m<sup>2</sup>.rok) a současně vypaření vodní páry v množství 5,1141 kg/(m<sup>2</sup>.rok). Ze skladby se tudíž vodní pára během roku vypaří.

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 55,0% ; exteriér -15,0°C, 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 4,266 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,225 \text{ W/m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára: 0,0977 kg/(m<sup>2</sup>.rok)

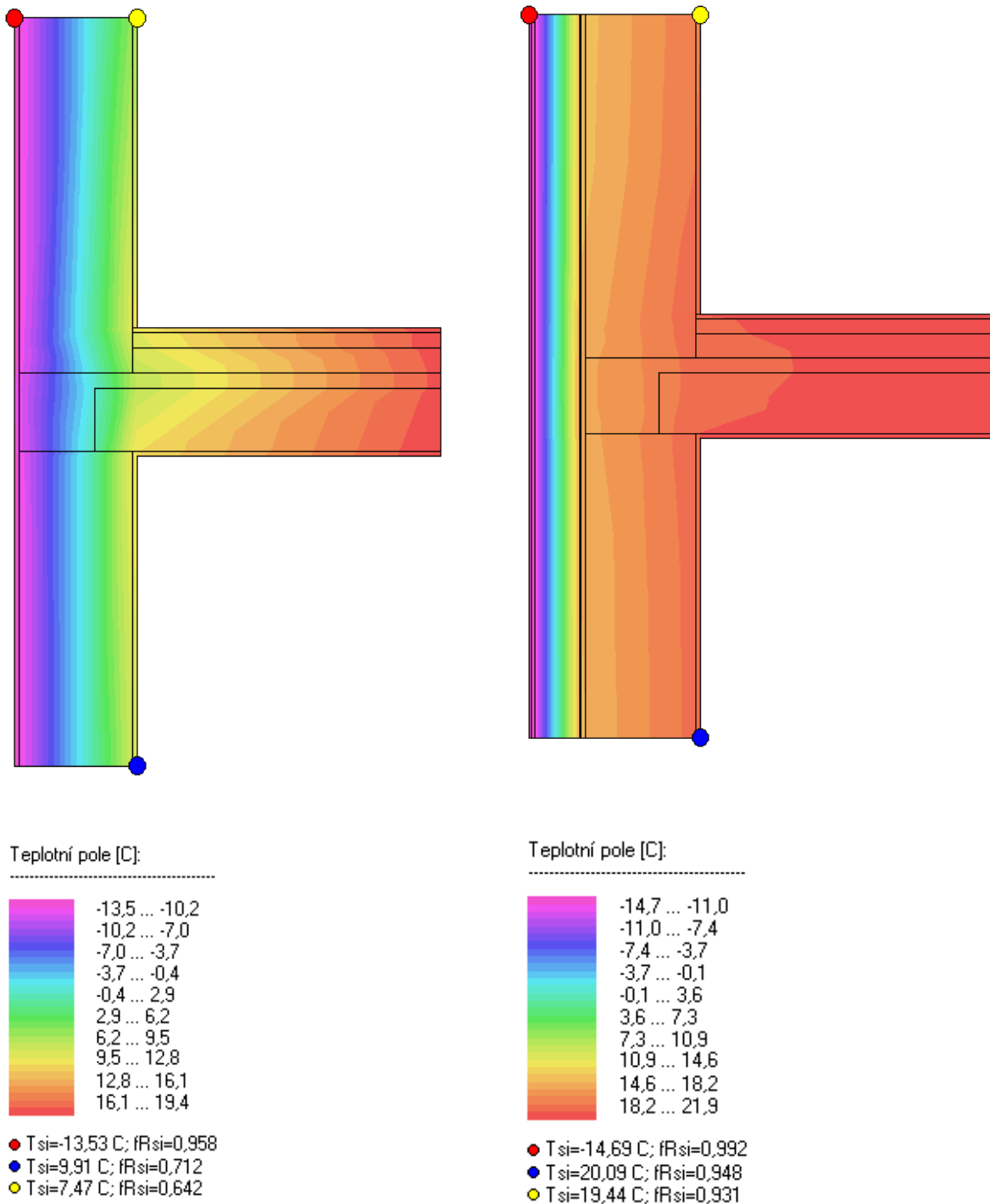
Vypařená vodní pára: 5,1141 kg/(m<sup>2</sup>.rok)

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0,0° C.

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

*Průběh teplot v detailu věnce:*



**Obrázek 18: Průběh teplot v detailu věnce bez použití izolantu**

**Obrázek 19: Průběh teplot v detailu věnce zatepleného kontaktním vnějším izolantem**

Vnější zateplení objektu je nejrozšířenějším způsobem ve stavebnictví České republiky. Tento způsob zateplení, pokud je proveden odbornou firmou, nám zaručí kvalitně provedený plášť budovy s tepelně izolačními schopnostmi. Jak je vidět z předchozích obrázků označené číslem 18 a 19 zobrazující detaily v místě věnce (rozkreslení detailů je součástí přílohy práce

pod označením **III.-A** a **III.-C**), aplikací tepelné izolace z exteriéru se změnil průběh teplot v konstrukci. Chladné části konstrukce se přesunuly k vnějšímu líci stěny a došlo k získání výrazně vyšších teplot v zděné části stěny, které se v průběhu roku téměř nemění. Tento dosažený výsledek přinesl zvýšení vnitřních povrchových teplot. Oblast teplotního rozhraní kolem 0°C se přesunula k vnějšímu líci, což nám přináší posunutí rosného bodu a tudíž oblast kondenzace do části, kde dochází k minimálnímu a téměř okamžitému vypaření zkondenzované vodní páry (viz obrázek 15 a 17). Především díky tomuto faktu předcházíme tvorbě a šíření plísní, čímž vytváříme zdravotně nezávadné vnitřní prostory budov. Zároveň zamezíme poruchám způsobených těmito mikroorganismy a zvyšujeme životnost konstrukcí. Z hlediska difúze vodní páry mohou být tyto konstrukce rizikové. Aby se toto riziko omezilo nebo mu dokonce předešlo, je třeba věnovat patřičnou pozornost správnému řazení jednotlivých vrstev ve skladbě a umístit vrstvy s vyšším difúzním odporem na vnitřní stranu skladby konstrukce. Obzvláště velkou pozornost je potřeba věnovat vnějším tenkovrstvým omítkám s vysokým difúzním odporem. V těchto případech je na místě zvolit provětrávaný systém zateplení obvodového pláště. Každou navrženou skladbu obvodového pláště i skladby jiných konstrukcí zhodnotit tepelně technickým výpočtem, s cílem dosáhnout příznivého teplotního a vlhkostního režimu. Při správné volbě tloušťky a druhu tepelného izolantu, v souladu s požadavky ČSN 73 0540-2, lze docílit optimálního teplotního komfortu pro bydlení a velké úspory energie na vytápění.

Vnější zateplením se vytvoří souvislá obálka objektu, která v případě správně řešených detailů zamezuje vzniku tepelných mostů. U nově navržených budov je problém předcházení tepelných mostů, ať už zvoleným konstrukčním řešením či vnějším zateplením, poměrně snadný. Bohužel u rekonstruovaných objektů může být zamezení tepelných mostů v komplikovaných detailech dosti obtížné i dokonce neřešitelné. I když aplikace tepelného izolantu je v dnešní době velmi flexibilní, v některých částech bez zásadního zásahu do konstrukce není možné tepelným mostům zamezit, jako příklad si uveďme železobetonovou konzolu balkonu. Velké tepelné mosty vznikají v napojení výplní otvorů (ať už oken nebo dveří) na ostění či nadpraží. Díky tomuto způsobu zateplení nelze docílit úplného zamezení tepelného mostu, ale lze docílit výrazného zamezení tepelného toku a posunout tento detail konstrukce do výrazně vyšší tepelně technické kvality.

Díky vnějšímu zateplení lze oproti zateplení budovy z interiéru plně využít tepelné akumulace tepla obvodových konstrukcí. Při přerušení vytápění, například z důvodu větrání, nedochází k rychlému ochlazení konstrukcí a opětovné vytopení místností na požadovanou teplotu je o to rychlejší a nevyžaduje tak vysoké vynaložení energie. Velkou výhodou je umožnění naakumulování tepelných zisků v přechodných obdobích a zajistí tak úspory tepla, které mohou dosahovat až 15%. V letních obdobích vnější zateplení zabraňuje přehřívání vnitřních prostor interiéru

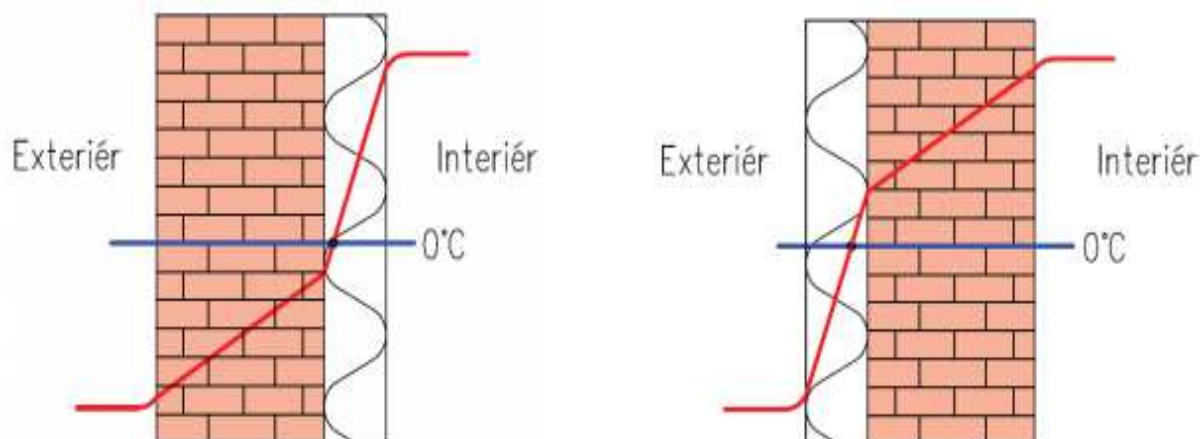
Tento způsob zateplení umožňuje ochranu původních povrchů obvodové konstrukce před povětrnostními vlivy (zvětrávání povrchových vrstev zdiva či betonu, koroze výztuže, apod.). Zároveň snižuje dilatační pohyby obvodových konstrukcí. Aplikací vnějšího zateplení je nutné vytvořit nový plášť budovy, který umožňuje nové barevné řešení fasády. Realizace, na rozdíl od vnitřního zateplení, neomezuje provoz uvnitř objektu. Naopak zápornou

vlastností je téměř u všech staveb nutnost systémového lešení či pomocných lávek, což má za následek vyšších finančních nákladů na zapůjčení lešení, montáž, jeho zpětnou demontáž, přepravu a lešenáře s patřičnou kvalifikací. Při montáži je nutné dbát na bezpečnost práce ve výškách. Dále je nutné podřídit realizaci vhodnému počasí. Časová náročnost je vyšší. [12]

### 1.3.3 Zhodnocení

Po uvážení všech plusů a mínusů variant zateplení, uvedených v textu výše, docházíme k jednoznačnému závěru. Vnější kontaktní zateplovací systém je pro námi řešený objekt nejvýhodnější a bude dále využit při návrhu typu zateplovacího systému a řešení detailů zateplení objektu.

V případě zvolení zateplení objektu z interiéru by došlo k zmenšení půdorysných ploch místností. Dále jak můžeme vidět znárodnění na obrázku 20, došlo by k posunutí rosného bodu blíže k interiéru. To by mělo za následek kondenzování vodní páry a následný vznik plísní, s kterými obyvatelé domu bojují už nyní. Dále by nedocházelo k akumulování tepla do obvodových stěn, což by v případě pravidelného větrání vnitřních prostor mělo za následek okamžité velké ochlazení obvodových konstrukcí.



Obrázek 20: Průběh teplot v konstrukci obvodové stěny dle způsobu umístění tepelné izolace

Jak je vidět z předchozích obrázků 11 a 12 znázorňujících průběh teplot v detailu věnce, není možné při zateplení objektu z interiéru zamezit tepelným mostům, naopak při použití tepelného izolantu z vnější strany objektu (obrázek 18 a 19) můžeme tepelné mosty výrazně či úplně eliminovat.

Z hlediska finančního bychom při zateplování objektu z interiéru nedosáhli až takových výrazných výsledků v poměru finančních nákladů tomu vynaložených. Naopak při zateplení objektu z exteriéru bude finanční náročnost o něco vyšší, ale bude dosaženo výrazných výsledků v úspoře tepla a energie, dále vznikne zdravější prostředí uvnitř budovy z důvodu zamezení tvoření plísní (pokud bude dodrženo pravidelné a efektivní větrání vnitřních prostor), s kterými se obyvatelé už nyní potýkají a bojují proti jejich vzniku a rozšiřování.

Další výhodou, ale ne tak významnou při rozhodování volbě umístění zateplení, je možnost nového architektonického vzhledu vnějšího pláště. Při volbě zateplení objektu z exteriéru je nutné provést i nový povrch vnějšího pláště, jehož typ a barevnost je libovolná dle zvoleného způsobu vnějšího zateplení.

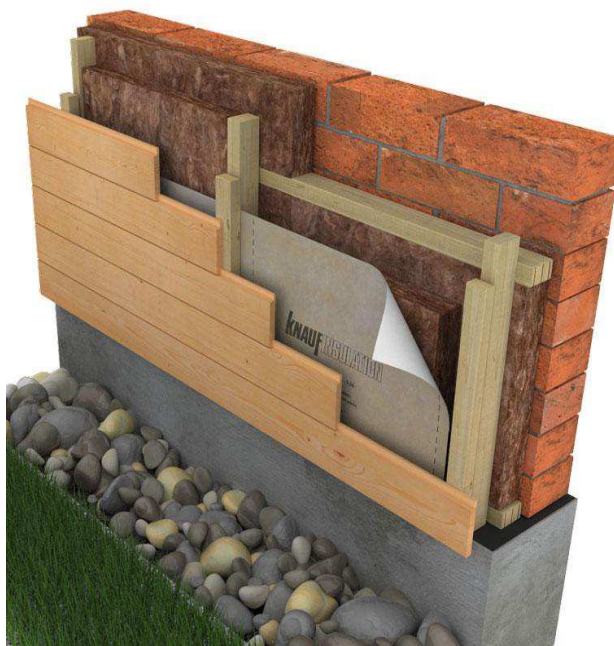
### 1.3.4 Vnější zateplovací systém

#### Odvětrávaná fasáda

Největší výhodou tohoto typu fasádní konstrukce je únik vlhkosti pomocí vzduchové mezery, která se nachází v mezivrstvách.

Na obvodovou zeď je ukotven nosný rastr, vytvořený z vodorovných prvků, které mají mezi sebou stejnou vzdálenost odpovídající šířce zvoleného izolantu. Výška vodorovných prvků se navrhuje stejná, jako je tloušťka izolačních desek, která se doporučuje okolo 100mm. Vodorovné prvky se nejčastěji navrhují z hliníkových nebo ocelových profilů, mnohdy jsou využívány i dřevěné.

Mezi vodorovné profily se vkládají desky tepelné izolace (nejčastěji volené z minerální vaty, která musí být hydrofobní - odpuzující vodu, nebo z celulózových desek), které lze přichytit plastovými talířovými hmoždinkami. Na již vytvořený vodorovný rastr se dále kotví svislé prvky. Úlohou těchto prvků je stabilizace desek tepelné izolace a zároveň vytvoření tloušťky vzduchové mezery. Tato mezera je nejdůležitější částí celého zateplovacího systému. Pokud výška stěny nepřesahuje 3 metry, je možné navrhnout minimální mezeru o tloušťce 20 mm. Standardně se navrhují mezery větší kolem 30 – 40 mm a více. Pokud se do mezery dostane vlhkost z interiéru, bude touto mezerou prouděním vzduchu rychleji odpařena a to má za následek rychlejší vysychání vlhkosti z izolace a interiéru.



Obrázek 21: Odvětrávaná fasáda

Aby bylo zajištěno proudění vzduchu ve vytvořené mezeře, je nutný nejen přívod vzduchu do této mezery, ale též její odvod. Tento požadavek je zajištěn vytvořením přívaděcích a odváděcích otvorů v patě a v hlavě konstrukce. Průřez těchto otvorů by neměl být menší než 50 cm<sup>2</sup> na každý metr obkladu. Tyto otvory je nutné uzavřít mřížkou pro zabránění vniku hlodavců či jiných škůdců. Umístění otvorů je vhodné řešit nad sokl (300 - 500 mm), aby nebyly v zimním období zasypány sněhem.

Na vytvořený svislý rastr, tvořící tloušťku vzduchové mezery, se kotví obkladové materiály. V dnešní době je škála těchto obkladů velice rozmanitá. Lze zvolit jakýkoliv materiál od keramické desky, ocele, umělého kamene, plastové lišty s povrchovými úpravami,



skleněné obklady a dřeva, je možnost použití i klasické omítky. Tuto konstrukci pláště lze kdykoliv poměrně snadno rozebrat, nahradit novým, modernějším designem nebo nahradit poškozené části zpět na konstrukci. Samozřejmě podle daného typu obkladu volíme vhodný typ nosné kostry. Pro lepší vysvětlení tohoto způsobu zateplení objektu byl vytvořen detail zateplení obvodového pláště pomocí odvětrávané fasády, který je součástí příloh práce pod označením **III.-D**.

### Úskali provětrávaného zateplovacího systému

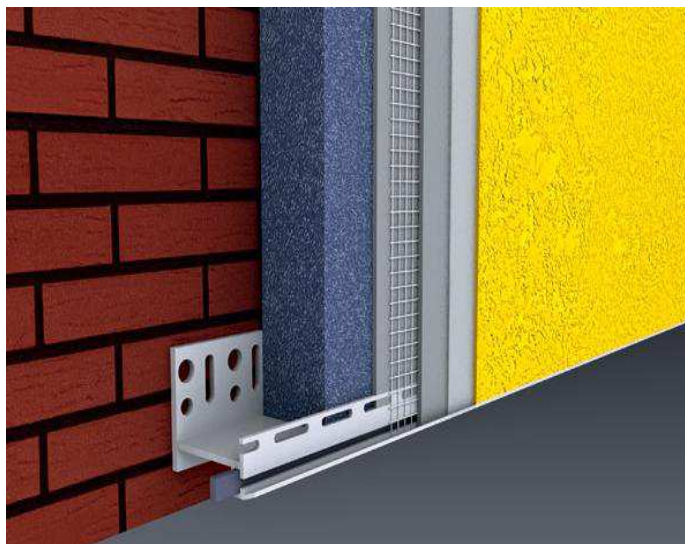
Nejčastějšími závadami jsou chybné jednotlivé detaily zateplení konstrukcí. Častou závadou jsou chybějící, nedostatečné množství či malé větrací otvory. Nejčastěji tyto problémy můžeme nalézt u detailů nadpraží či parapetu oken, dále u oplechování atik. Nedostatečné či malé otvory nezaručí dokonalé proudění vzduchu, což má za následek snížení tepelně izolačních schopností pláště objektu a jeho zkrácení životnosti.

Častou příčinou závad bývá i nezkoordinování činností jednotlivých řemesel při výstavbě objektu. Například u balkonu se stává nalepení soklových dlaždic až k hraně soklových desek, někdy i dokonce dochází k zasílikonování spár mezi soklem a fasádní deskou. Další častou příčinou poruch bývá špatná volba materiálu. [13]

### Neodvětrávaná fasáda

Neodvětrávaný neboli kontaktní zateplovací systém je dalším způsobem, jak snížit tepelné ztráty objektu. Tajemství tohoto systému tkví v kontaktním spojení všech vrstev na sebe, bez jakékoli vnitřní mezery.

Prvním krokem je umístění soklového profilu tvaru „U“ do požadované výšky a jeho následně dostatečně pevné přichycení. Na obvodovou zeď se do soklového profilu začnou klást desky tepelné izolace, na které se nanese vrstva lepidla či sítě, díky které desky krásně přilnou na zeď. Pro důkladné uchycení se použijí ještě talířové hmoždinky. Nejčastějšími materiály u těchto typů fasád jsou desky minerálních vláken, expandované či extrudované polystyreny, fenolické desky apod.



Obrázek 22: Kontaktní zateplovací systém

Tloušťka tepelné izolace závisí na požadavcích investora, jaké úspory tepla chce dosáhnout, minimálně by měla mít tloušťku 60 - 100mm. Plochu polystyrenu je nutné zbrousit kvůli odstranění nečistot a mastnot. Na rohy domu se může použít tzv. nárožních lišt, které se připevní na izolaci, aby byly rohy, ale hlavně izolace, nacházející se v těchto místech chráněny proti poškození.



Na již vytvořenou tepelnou izolaci se nanese další vrstva lepidla či stěrky s vyztužením pomocí síťoviny, pro zabránění vzniku trhlin v omítce. Celá plocha se na závěr potře penetračním nátěrem a provede se finální omítka. Bodový postup včetně obrázků provádění kontaktního zateplovacího systému je součástí příloh práce pod označením **V**.

Nespornou výhodou tohoto systému je určitě zvýšení povrchové teploty obvodové zdi v interiéru, omezuje se též vznik plísní, které jsou problémem mnoha domů, a budova je také více chráněna proti povětrnostním a klimatickým vlivům.

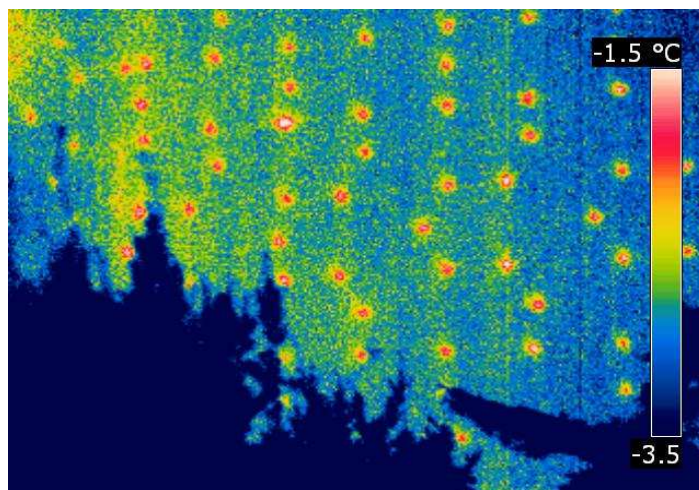
Na druhou stranu, je velice důležité správné provedení celé konstrukce. Nejen, že je dobré použít všechny prvky ze stejného zateplovacího systému a co se týče izolací i z totožného materiálu, ale při špatném provedení hrozí riziko kondenzace vlhkosti mezi jednotlivými vrstvami, což vede k nefunkčnosti systému a praskání omítky.

Tento typ zateplovacího systému je velice oblíbený i z hlediska toho, že si dům zachová původní ráz v podobě omítek. Provětrávaná fasáda toto bohužel většinou neumožňuje. [14]

### Úskalí kontaktního zateplovacího systému

#### Tepelné mosty hmoždinkami a jejich prokreslování

Každá hmoždinka použitá pro kotvení tepelně izolačních desek je jakýmsi tepelným mostem. Tyto tepelné mosty vznikají ze dvou důvodů. Prvním je vliv většího zatížení větrem, díky kterému je nutné přistoupit k většímu množství hmoždinek použitých pro kotvení  $1\text{m}^2$  tepelně izolačních desek. Druhým důvodem je volba větší tloušťky tepelně izolačních desek, které vyžadují pro kotvení hmoždinky s kovovým rozpěrným prvkem (trn, vrut). Intenzita tepelného toku není závislá nejen na typu použité hmoždinky a tloušťce tepelného izolantu, ale také na hloubce ukotvení hmoždinky do podkladu a samozřejmě i na konstrukci, do které je hmoždinka kotvena, viz obrázek 23.



Obrázek 23: Termografický snímek zatepleného obvodového pláště

Dalším úskalím hmoždinek je jejich prokreslování na povrchu fasády, též nazýván jako „Dalmatinový efekt“. Tento jev vzniká rozdílnou kondenzací vodní páry na hmoždince a

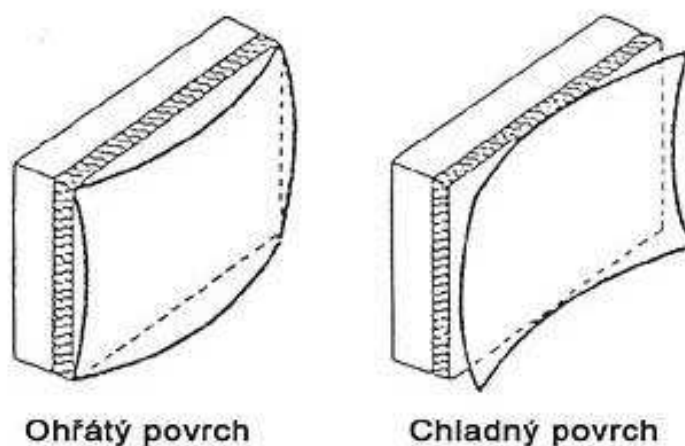
mimo ni. Tento jev může být pouze dočasný, ale v případě tvorby plísní se může stát trvalým, viz obrázek 24. [15]



Obrázek 24: Prokreslení kotvících hmoždinek

#### Prokreslování spár tepelně izolačních desek

Tepelně izolační desky jsou vystavovány, vlivem klimatických podmínek, velkým teplotním rozdílem dosahující v zimním období až k  $80^{\circ}\text{C}$ . V letních obdobích se tepelný izolant rychle zahřívá a po zapadnutí slunce teploty izolantu velice rychle klesají. Tato napětí jsou zachycena a přenášena do podkladu, viz obrázek 25. Z tohoto důvodu norma ETAG 004 doporučuje lepení desek po obvodu a 2-3 terče uprostřed desky, aby došlo k přilepení alespoň 40% plochy. Důvodem je vlivem vysokých teplot prohnutí izolantu směrem ven a v případě mrazu směrem dovnitř. V případě jiného či chybného přilepení dochází k velkým pnutím v počtu opakujícím dle počtu změn teplot a dochází k prokreslení samotných desek, které z čelního pohledu není tak patrné, ale jsou výrazné při bočním světle, tento jev je zobrazen na obrázku 26. [16]



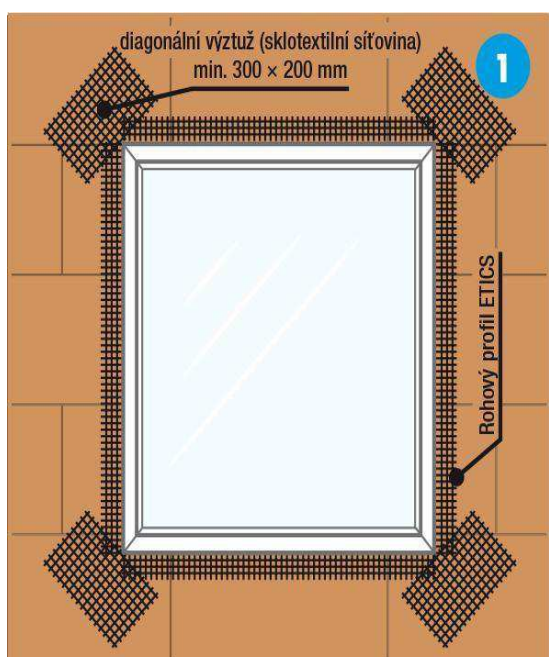
Obrázek 25: Teplotní namáhání izolačních desek



Obrázek 26: Prokreslení tepelně izolačních desek

### Praskání omítky v rozích otvorů

Často lze nalézt na již vytvořených fasádách v průběhu užívání šikmé praskliny omítky v rozích otvorů oken a dveří. Příčinou této závady je chybějící či chybně provedená diagonální výztuž, která chrání kritická místa, v nichž je síťovina výztuže na ploše vystřižena do písmene L a tedy oslabena. Pokud tyto trhliny nacházíme jen v místech parapetů, může být též příčinou jejich neodborná montáž či nedostatečná dilatace parapetů tmavých barev. Ty se vlivem teplého slunečního sálání rozpínají a vznikají poruchy. [17]



Obrázek 27: Obrázek správného umístění výztuže v místě otvoru a znárodnění prasklin při jejich absenci

Vnější kontaktní zateplovací systém	Vnější provětrávaný fasádní systém
<b>Výhody</b>	<b>Výhody</b>
Jednoduchost a účinnost.	Vhodné pro objekty s vysokou vlhkostí vzduchu v interiéru
Maximální využití izolační hmoty a eliminace tepelných mostů	Umožnění změny tloušťky tepelné izolace bez změny vzhledu
Zamezují zvětrávání povrchových vrstev obvodové konstrukce	Nezávislá dilatace jednotlivých vrstev
Přibližně stejnou životnost všech částí	Suchá montáž, realizace není závislá na povětrnostních podmínkách
Snadno opravitelné	
Umožnění provedení celé řady detailů	
Bezespárové	
Estetický silikátový vzhled s libovolně volitelnými povrchovými strukturami a neomezenou barevností	
Cenově levnější než provětrávané zateplovací systémy	

Vnější kontaktní zateplovací systém	Vnější provětrávaný fasádní systém
<b>Nevýhody</b>	<b>Nevýhody</b>
Nevhodné pro objekty s vysokou vnitřní vlhkostí	Nosné prvky vnější odsazené vrstvy tvoří tepelné mosty v izolaci
Realizace závislá na povětrnostních podmínkách	Problematické řešení atypických detailů
Vyžadována řádná příprava podkladu	Nevyvážená životnost jednotlivých prvků systému
Problematické použití u členitých fasád	Náročnější na údržbu
	Výrazná změna vnějšího vzhledu objektu (spáry ve fasádě, průmyslový charakter)
	U průvzdušných typů tepelné izolace (např. minerální vlna) je nutno mezi odvětrávanou vrstvou a tepelnou izolací aplikovat také vrstvu difúzní fólie z důvodu zabránění vniknutí venkovního chladného vzduchu do tepelné izolace
	Barevné přechody je možno provádět pouze přímkově a zpravidla jen kolmo
	Vyrábí se většinou pouze malý v malých počtech barevných odstínů
	Provětrávané systémy jsou dražší než kontaktní systémy

Tabulka 3: Výhody a nevýhody fasádních systémů [12]



### Tepelně izolační omítky

Jedná se o speciální omítkové hmoty, které jsou vylehčeny izolačními hmotami (např. granulami z pěnového polystyrénu, perlitu apod.). Hlavním problémem tohoto zateplení je, že nelze aplikovat dostatečně tlustou vrstvu. Celková tloušťka tohoto zateplení je 2-5 cm. Metodu zateplení fasády tepelněizolační omítkou lze doporučit například při opravě omítky. Její výhodou je nehořlavost. Tento způsob vnějšího zateplení je sice nejméně účinný, ale zato levný. V dnešní době stoupajících cen energií se tento méně efektivní způsob zateplení téměř nepoužívá, častěji bývá aplikováno zateplení jinými způsoby. [15]

#### Výhody:

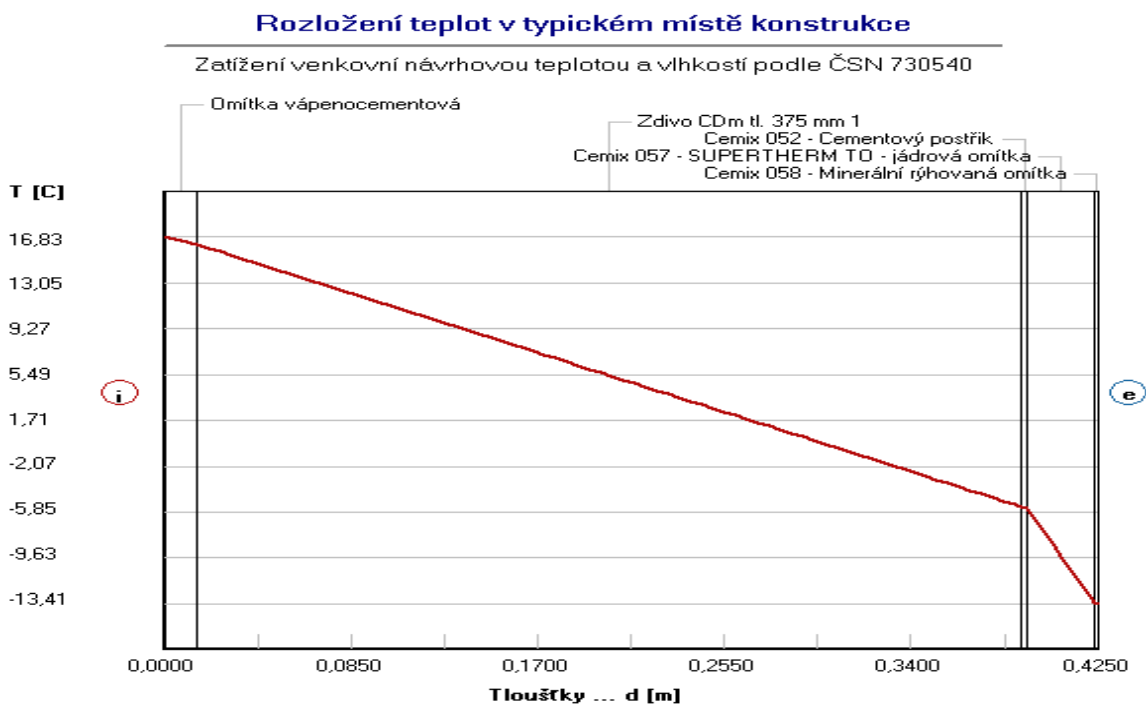
- a) tvoří souvislou obálku bez tepelných mostů a s určitou tepelnou akumulací,
- b) možnost realizace na tvarovaném povrchu,
- c) mají estetický silikátový vzhled,
- d) vykazují určitou požární odolnost.

#### Nevýhody:

- a) Oproti kontaktním nebo provětrávaným zateplovacím systémům mají při stejné tloušťce podstatně vyšší hodnoty součinitelů prostupu tepla (více jak dvojnásobně). Jejich tloušťka je navíc technologicky omezena (max. 50 ÷ 60 mm).
- b) realizace je závislá na povětrnostních podmínkách,
- c) kvalita provedení závisí také na zpracování maltové směsi. [12]

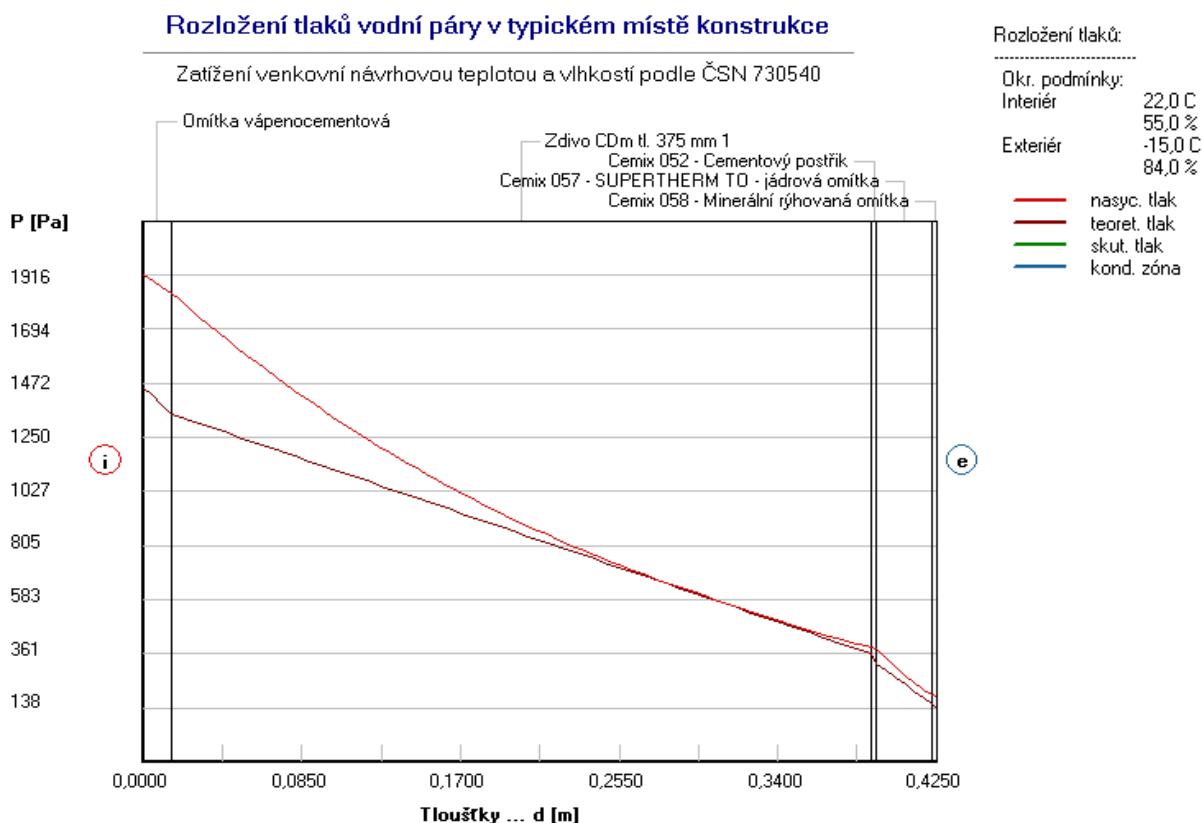
#### Stávající konstrukce stěny zateplená tepelně-izolační omítkou

Zhodnotíme pro porovnání s předcházejícími posuzovanými skladbami stávající konstrukci stěny zateplenou tepelně-izolační omítkou tloušťky 30 mm. Tento způsob zateplení obvodového pláště je rozkreslen a přiložen v přílohách práce pod označením **III.-E**. Stále posuzujeme skladbu stěny v převažujících obývacích místnostech, proto jsou okrajové podmínky stále shodné s použitými v předchozích výpočtech. Vypočteným součinitel, prostupu tepla  $U = 1,074 \text{ W/m}^2\text{K}$  a tepelným odporem konstrukce  $R = 0,761 \text{ m}^2\text{K/W}$ , se skladba neřadí ani mezi minimální požadované součinitele prostupu tepla uvedené v ČSN 73 0540 a skladba je tudíž nevyhovující. Obrázek 28 znázorňuje lineární pokles teplot v konstrukci, který se změní až v oblasti tepelně-izolační omítky, kde je pokles teploty markantnější.



Obrázek 28: Rozložení teplot ve stávající konstrukci stěny zateplené tepelně-izolační omítkou

Na obrázku 29 je zobrazeno rozložení tlaků vodní páry v této skladbě stěny. Na první pohled je viditelné, že kondenzaci vodní páry při venkovní návrhové teplotě nedochází. Z toho vyplývá, že konstrukce stěny je během roku stále suchá.



Obrázek 29: Rozložení tlaků vodní páry stávající obvodové stěny zateplené pomocí tepelně-izolační omítky

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 55,0% ; exteriér -15,0°C, 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 0,761 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 1,074 \text{ W/m}^2\text{K}$

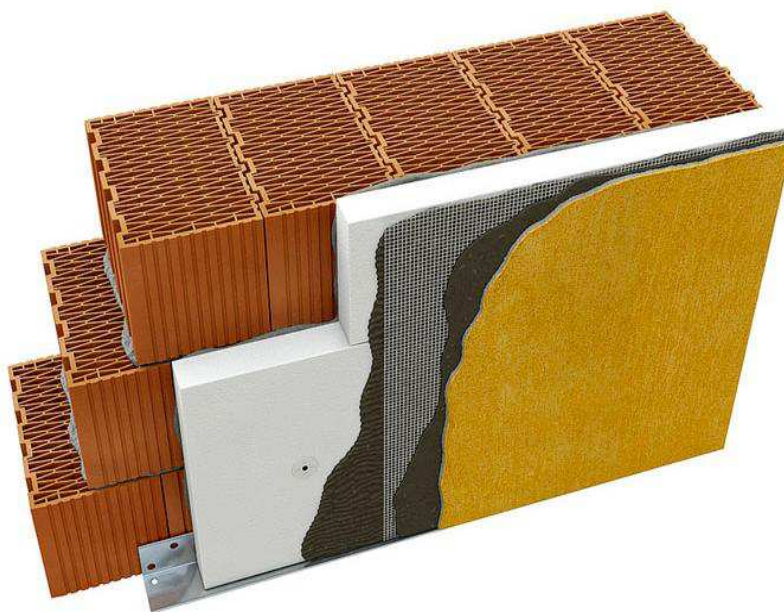
Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

### Kalkulace ceny skladby stěny zateplené kontaktně fasádním pěnovým polystyrenem EPS Isover

- Ceny materiálu a jejich množství jsou převzaty z červeného katalogu Dek stavebniny 2015 a z ceníku izolací Isover.
- Do spotřeby materiálu je započítán prořez a přesahy obvyklé pro dané materiály.
- Spotřeba kotev - 6 ks je minimální počet kotev v ploše.
- Tloušťka podkladní (vyrovnávací) omítky je uvažována minimálně 10mm.



Obrázek 30: Skladba kontaktního zateplení pomocí EPS [31]

POŘ. Č.	NÁZEV VÝROBKU	mj	SPOTŘEBA /m <sup>2</sup>	CENA ZA m <sup>2</sup> BEZ DPH
1	Vyrovnávací vrstva Weber.dur cementový	kg	20	62,64 Kč
2	Lepící hmota Weber tmel 700	kg	4	20,33 Kč
3	Tepelná izolace dle tabulky č.4	m <sup>2</sup>	1,05	dle tabulky č.4
4	Zatloukáci hmoždinka EJOT H1 eco	ks	6	37,80 Kč
5	Stěrková hmota Weber tmel 700	kg	4	20,33 Kč
6	Výztužná síťovina VERTEX R131	m <sup>2</sup>	1,15	20,31 Kč
7	Podkladní nátěr Webe.pas podklad UNI	kg	0,2	11,62 Kč
8	Tenkovrstvá omítka Weber. Pas silikon zrnitý 1,5 mm	kg	2,5	90,09 Kč
Celková cena materiálu skladby bez tepelné izolace (bez DPH)				263,12 Kč

Tabulka 4: Tabulka materiálů kontaktního zateplení EPS deskami

Tepelná izolace poř. č. 3	Souč. prostupu tepla $U_N$ ( $W/m^2K$ ) při zateplení Isover EPS tl. (mm)									
	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
Isover EPS 70F $U_N$ ( $W/m^2K$ )	0,295	0,256	0,226	0,203	0,184	0,168	0,155	0,143	0,133	0,125
Cena samotného tepelného izolantu Kč/m <sup>2</sup>	209,00	250,80	292,60	334,40	376,20	418,00				
Celková cena skladby Kč/m <sup>2</sup>	471,82	513,62	555,42	597,22	639,02	680,82				
Isover EPS 100F $U_N$ ( $W/m^2K$ )	0,283	0,245	0,217	0,194	0,176	0,16	0,148	0,137	0,127	0,119
Cena samotného tepelného izolantu Kč/m <sup>2</sup>	245,00	294,00	343,00	392,00	441,00	490,00				
Celková cena skladby Kč/m <sup>2</sup>	507,82	556,82	605,82	654,82	703,82	752,82				
ISOVER EPS Grey Wall $U_N$ ( $W/m^2K$ )	0,259	0,224	0,197	0,176	0,159	0,145	0,133	0,123	0,115	0,107
Cena samotného tepelného izolantu Kč/m <sup>2</sup>	249,00	298,80	348,60	398,40	448,20	498,00	547,80	597,60	647,40	697,20
Celková cena skladby Kč/m <sup>2</sup>	511,82	561,62	611,42	661,22	711,02	760,82	810,62	860,42	910,22	960,02

Tabulka 5: Tabulka cen skladby kontaktního zateplení EPS deskami dle tloušťky izolantu

### Kalkulace ceny skladby stěny zateplené kontaktně minerální vatou Isover:

- Ceny materiálu a jejich množství jsou převzaty z červeného katalogu Dek stavebniny 2015 a z ceníku izolací Isover.
- Do spotřeby materiálu je započítán prořez a přesahy obvyklé pro dané materiály.
- Spotřeba kotev - 6 ks je minimální počet kotev v ploše.
- Tloušťka podkladní (vyrovnávací) omítky je uvažována minimálně 10mm.



Obrázek 31: Skladba kontaktního zateplení pomocí minerální vaty [31]

POŘ. Č.	NÁZEV VÝROBKU	mj	SPOTŘEBA /m <sup>2</sup>	CENA ZA m <sup>2</sup> BEZ DPH
1	Vyrovnávací vrstva Weber.dur cementový	kg	20	62,64 Kč
2	Lepící hmota Weber tmel 700	kg	4	20,33 Kč
3	Tepelná izolace dle tabulky č.6	m <sup>2</sup>	1,05	dle tabulky č.6
4	Šroubovací hmoždinaka Ejotherm STR 155 U 2G	ks	6	69,00 Kč
5	Rozšiřovací talíř pro zápusťnou montáž Ejotherm VT 2G	ks	6	67,86 Kč
6	Zátka STR Rondelle	ks	6	15,66 Kč
7	Stěrková hmota Weber tmel 700	kg	4	20,33 Kč
8	VýztužVERTEX R131ná síťovina	m <sup>2</sup>	1,15	20,31 Kč
9	Podkladní nátěr Webe.pas podklad UNI	kg	0,2	11,62 Kč
10	Tenkovrstvá omítka Weber. Pas silikon zrnitý 1,5 mm	kg	2,5	90,09 Kč
Cena materiálu skladby bez tepelné izolace (bez DPH)				377,83 Kč

Tabulka 6: Tabulka materiálů kontaktního zateplení minerální vatou



Tepelná izolace poř. č. 3	Souč. prostupu tepla $U_N$ ( $W/m^2K$ ) při zateplení mineral. vatou Isover tl. (mm)									
	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
Isover NF 333 $U_N$ ( $W/m^2K$ )	0,306	0,266	0,236	0,211	0,192	0,175	0,161	0,15	0,139	0,131
Cena samotného tepelného izolantu Kč/m <sup>2</sup>	380,00	456,00	532,00	608,00	684,00	760,00	836,00	912,00	980,00	1064,00
Celková cena skladby Kč/m <sup>2</sup>	757,83	833,83	909,83	985,83	1061,83	1137,83	1213,83	1289,83	1357,83	1441,83
Isover TF Profi $U_N$ ( $W/m^2K$ )	0,289	0,251	0,221	0,198	0,18	0,164	0,151	0,14	0,13	0,122
Cena samotného tepelného izolantu Kč/m <sup>2</sup>	440,00	528,00	616,00	704,00	792,00	880,00	968,00	1056,00	1144,00	1320,00
Celková cena skladby Kč/m <sup>2</sup>	817,83	905,83	993,83	1081,83	1169,83	1257,83	1345,83	1433,83	1521,83	1582,82

Tabulka 7: Tabulka cen skladby kontaktního zateplení minerální vatou dle tloušťky izolantu

### Ostatní tepelně izolační materiály:

- 1- Fasádní minerální tepelná izolace s kolmým vláknem čedičovým (Isover NF 333)
- 2- Fasádní minerální tepelná izolace s podélným vláknem čedičovým (Isover TF Profi)
- 3- Fasádní minerální tepelná izolace z kamenné vlny s kolmým vláknem (ROCKWOOL FASROCK LL)
- 4- Fasádní pěnový polystyren (Isover EPS 70 F)
- 5- Fasádní pěnový polystyren s grafitovými příměsi (Isover EPS Grey Wall)
- 6- Dřevovláknitá izolace (STEICO Therm)
- 7- Fenolitická pěna (KOOLTHERM K5)

Tepel. izolant	Tloušťka [mm]	Rozměry desky [mm]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/mK]	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor difúzního odporu	Reakce na oheň	Materiál na bázi	Orientač. cena bez DPH [Kč/m <sup>2</sup> ]
1	100	100x333	0,041	15-35	1	A1	Minerální vlákna – čedičová	380,-
2	100	1000x600	0,036	15-35	1	A1	Minerální vlákna – čedičová	440,-
3	100	1200x200	0,041	15-35	1	A1	Kamenná vlákna	271,-
4	100	1000x500	0,039	13,5-18	20-40	E	EPS - expandovaný polystyren	209,-
5	100	1000x500	0,032	13,5-18	20-40	E	EPS - expandovaný polystyren	249,-
6	100	600x1350	0,040	160	5	E	Dřevovláknitá	450,12,-
7	100	1200x400	0,020	35	35	C – s2, d0	PF – fenolitická pěna	919,60,-

Tabulka 8: Charakteristika tepelných izolací

Tepel. izolant	Souč. prostupu tepla $U_N$ ( $W/m^2K$ ) při zateplení tepel. Izolantem tl. (mm)									
	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
1	0,310	0,269	0,238	0,213	0,193	0,175	0,162	0,151	0,140	0,131
2	0,280	0,243	0,214	0,191	0,173	0,158	0,145	0,134	0,125	0,117
3	0,310	0,269	0,238	0,213	0,193	0,175	0,162	0,151	0,140	0,131
4	0,298	0,259	0,228	0,204	0,185	0,169	0,156	0,144	0,134	0,125
5	0,255	0,220	0,194	0,173	0,156	0,142	0,130	0,121	0,112	0,105
6	0,304	0,264	0,233	0,209						
7	0,173	0,147	0,128	0,114	0,102					

Tabulka 9: Tabulka součinitele prostupu tepla obvodové stěny

### 1.3.5 Fasádní omítky

#### **Silikonová fasádní omítka**

Výhody: pružná, vodoodpudivá, paropropustná, minimální usazování prachových částic, nešpiní se, velká životnost

Nevýhody: velká cena

Vhodnost použití: vhodná pro všechny druhy zateplovacího systému

Nevhodnost použití: vhodná pro všechny druhy zateplovacího systému

#### **Silikátová fasádní omítka**

Výhody: velmi dobrá paropropustnost, odolná vůči plísním a mechům, vyšší životnost oproti akrylátové omítce

Nevýhody: méně pružná, horší vodoodpudivou, dražší než akrylátová omítka, ale o něco levnější nežli omítka silikonová

Vhodnost použití: vhodná pro všechny druhy zateplovacího systému

Nevhodnost použití: vhodná pro všechny druhy zateplovacího systému

#### **Akrylátová fasádní omítka**

Výhody: tvrdá, houževnatá, vodoodpudivá, velké množství odstínů barev, nízká cena

Nevýhody: méně odolná vůči usazování prachu, díky tomuto faktu se více špiní, malá paropropustnost, malá životnost

Vhodnost použití: vhodná pro kontaktní zateplovacím systémem polystyrenem (fasáda je již uzavřená pěnovým polystyrenem, tudíž není nutné se trápit s paropropustností), doporučeno aplikovat pouze na fasády bez působení negativních vnějších vlivů (u frekventované silnice dojde během pár let k znečištění omítky, ve vlhkém prostředí je naopak náchylná na vznik plísní a mechů)

Nevhodnost použití: nevhodné pro kontaktní zateplovací systém minerální vatou, kvůli uzavření skladby touto omítkou (omítka je na rozdíl od minerální vaty málo paropropustná) [18]

### **Silikon silikátová omítka**

Výhody: dlouhá životnost, voděodolná, vysoká přídržnou k podkladu, odolnost vůči UV záření a povětrnostním vlivům, velmi paropropustná, odolnost vůči usazování prachových částic a mechům

Hitem poslední doby, silikátová omítka s přídavkem silikonu, díky kterému je omítka méně náchylná na usazování prachových částic nežli klasická silikátová omítka. Cenově se řadí mezi omítky silikonové a silikátové

### **Minerální fasádní omítka**

Výhody: dlouhá životnost, velmi paropropustná, nehořlavá, odolná vůči biologickým vlivům

### **Organické fasádní omítky**

Výhody: velmi dobrá vodoodpudivou, odolnost proti usazováním řas a plísní, paropropustná

## **1.3.6 Zhodnocení a konečná volba varianty zateplovacího systému pro bytový dům**

Jak je popisováno v textu výše, zateplení objektu z interiéru není pro tento objekt vhodný, a proto tuto variantu zateplení vyloučíme. V případě, že bychom zvolili zateplení objektu tepelně izolační omítkou, bylo by dosaženo výrazných finančních úspor v realizaci, ale nedosáhli bychom výrazných tepelně energetických úspor v průběhu užívání. Jelikož chceme zvolit řešení, které posune stávající stav objektu do výrazně lepší energetické třídy úsporou energie a kvalitou vnitřního prostředí, upustíme i od této varianty zateplení. Dále budeme hodnotit variantu kontaktního zateplení a provětrávané fasády.

Jedním z hlavních zásadních aspektů ovlivňující způsob zateplení je hydroizolační ochrana objektu. Jak bylo zjištěno, zabraňování vnikání vlhkosti do objektu zabezpečují dvě vrstvy asfaltových hydroizolačních pásů. Tato hydroizolační ochrana, vzhledem k absenci hladiny podzemní vody, je vystavena pouze působení zemní vlhkosti a gravitační vody. Zdivo nad hydroizolační ochranou nevykazuje žádné vlhkostní stopy od případné poruchy hydroizolační ochrany zdiva. Z tohoto faktu lze usoudit, že hydroizolační ochrana je stále kvalitní a bez závad. Díky těmto zjištěným informacím můžeme s čistým svědomím usoudit, že není nutné volit provětrávaný fasádní zateplovací systém, který je na rozdíl od kontaktního zateplení poměrně nákladnější.

Předchozími fakty jsme došli k rozhodnutí využít kontaktního zateplovacího systému. Jak se ale uvádí v této práci, ke kontaktnímu zateplení lze využít jak tepelnou izolaci z minerální vaty, tak i pěnový fasádní polystyren. Jak můžeme vidět v tabulkách číslo 4 a 6 minerální izolace je finančně nákladnější. Berme však v potaz difúzní odpor těchto dvou izolantů. Minerální vata Isover vykazuje dle informací technického listu výrobce faktor difúzního odporu  $\mu$  1, zatímco pěnový fasádní polystyren dle technického listu výrobce

vykazuje faktor difúzního odporu  $\mu$  20-40. Díky těmto údajům, plus informacím získaných z prostředí výstavby a rekonstrukcí staveb, kde lze často nalézt po demontáži kontaktního zateplení pěnovým polystyrenem na povrchu zdiva plíseň a zápach vzniklý těmito mikroorganismy, docházím k závěru volby minerální izolace.

Typ minerální izolace je navržen Isover NF 333, jelikož produkt Isover TF Profi je dražší a v porovnání s navrhovaným produktem nevykazuje z hlediska součinitele prostupu tepla výrazné rozdíly. Konečnou volbu tloušťky izolantu navrhuji 200 mm. Součinitel prostupu tepla „U“ skladby stěny je spočten programem „Teplo“ na 0,175 W/m<sup>2</sup>K. Porovnáme-li tuto hodnotu s hodnotami uvedenými v ČSN 73 0540 viz tabulka 10, zjistíme, že skladba řadí mezi doporučené hodnoty pro pasivní skladby.

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	0,30 W/m <sup>2</sup> K
Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	0,25/0,20 W/m <sup>2</sup> K
Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$	0,18 – 0,12 W/m <sup>2</sup> K

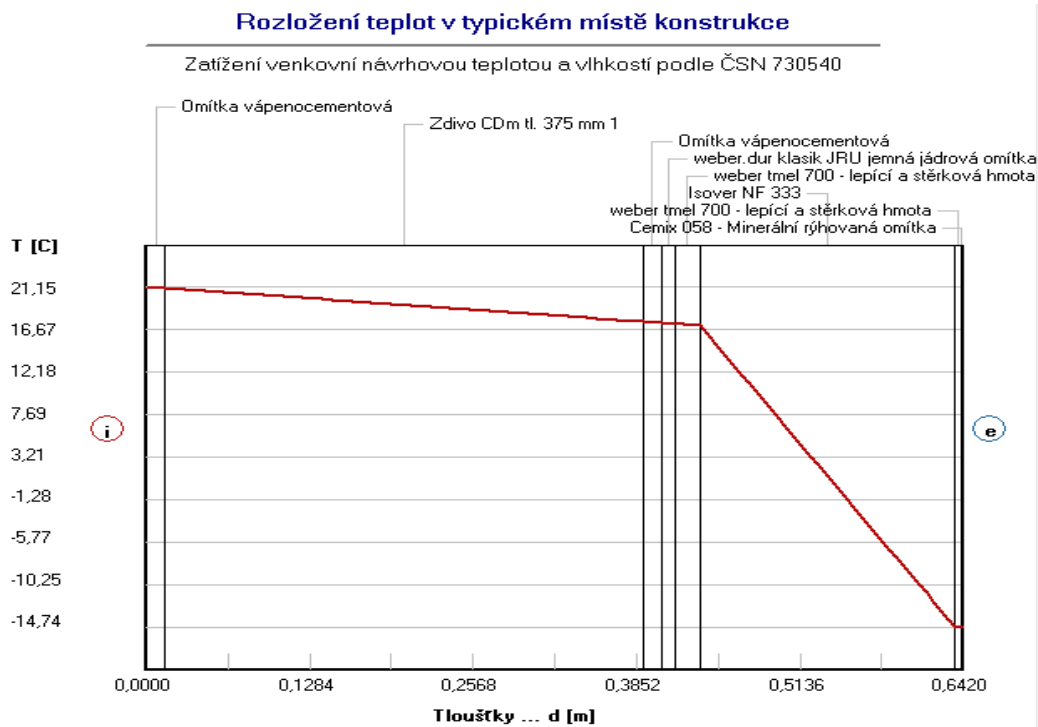
Tabulka 10: Tabulka součinitelů prostupu tepla obvodové stěny dle ČSN EN 73 0540

Konečná skladba obvodové konstrukce stěny (rozkreslení skladby - příloha VI.):

- Interiér
- Stávající vnitřní omítka vápenocementová tloušťky 15 mm
- Stávající zdivo z CDm tloušťky 375 mm
- Stávající vnější omítka vápenocementová tloušťky 15 mm
- Lepidlo Cemix tloušťky 10 mm
- Minerální vata Isover NF 333 tloušťky 200 mm
- Lepidlo Cemix s výztužnou tkaninou tloušťky 5 mm
- Lepidlo Cemix tloušťky 5 mm
- Minerální rýhovaná omítka Cemix tloušťky 5 mm

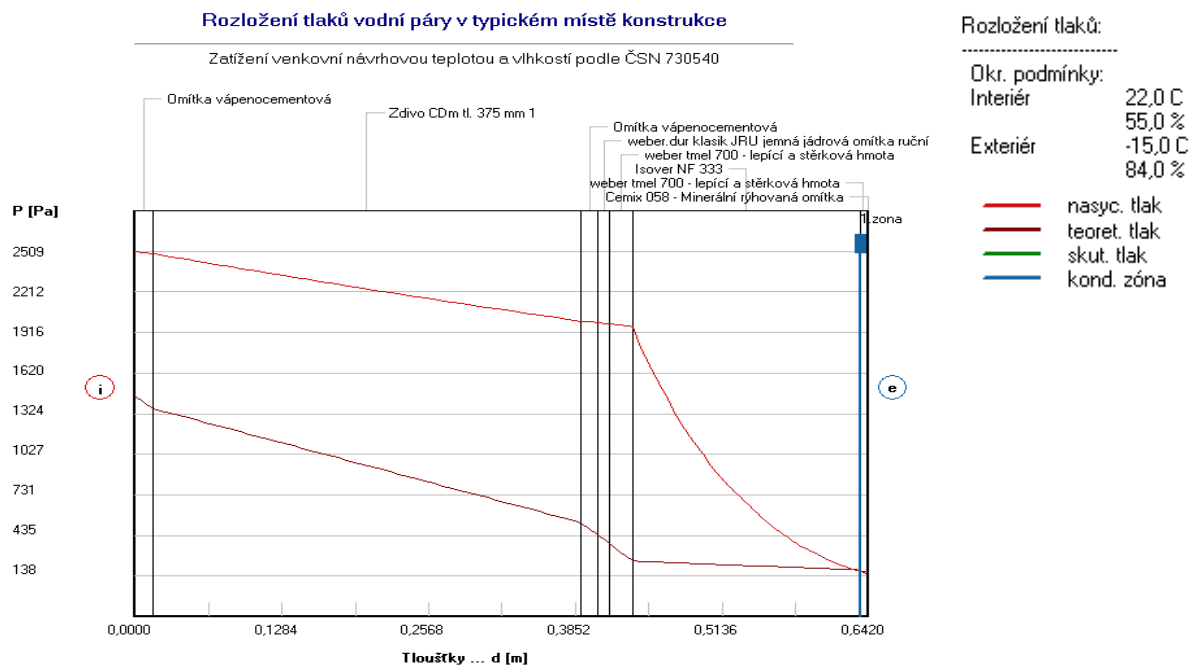
Navrhovaná skladba obvodové stěny

Jak je již zmíněno výše, je navržena tloušťka minerální vaty 200 mm. Abychom viděli, jak se bude konstrukce s touto tloušťkou tepelného izolantu umístěného na exteriéru chovat, provedeme opět její vyhodnocení v našem programu. Okrajové podmínky se opět nemění. Součinitel prostupu tepla „U“, jak již můžeme vidět v tabulce 9, vyšel 0,175 W/m<sup>2</sup>K a tepelný odpor „R“, který již není v předchozích kapitolách uveden, je spočten na 5,498 m<sup>2</sup>K/W. Na obrázku 32 vidíme klesající průběh teplot v části zdivu velice pozvolný s rozdílem teplot asi 3°C, poté v oblasti minerální vaty dojde k rapidnímu snížení teploty.



Obrázek 32: Rozložení teplot v navržené skladbě obvodové stěny

Tento průběh teplot je velmi vhodný. Došlo k navýšení povrchové teploty vnitřního líce obvodové stěny přibližně o  $5,62^{\circ}\text{C}$ , což podstatně zlepší tepelnou pohodu člověka a klimatické podmínky v místnosti. Dále dochází k velkému snížení teploty v konstrukci až u exteriéru, což můžeme vidět na obrázku 33, kde je zobrazeno rozložení tlaků vodní páry. To má za následek vzniku pouze malé zóny u exteriéru, kde dochází ke kondenzaci vodní páry. Ke kondenzaci, dle výpočtů, dochází při venkovní teplotě nižší než  $-10,0^{\circ}\text{C}$  v návrhových okrajových podmínkách na rozhraní 6-7 vrstvy konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,6350 m a končí pravou hranicí 0,6350 m měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na  $1,948\text{E}-0008 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ . Jak již bylo zmíněno, kondenzační zóna se nachází u exteriéru, což umožňuje snadné vypaření vodní páry.



Obrázek 33: Rozložení tlaků vodní páry v navrhované skladbě obvodové stěny

Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby stěny bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,0111 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $13,4145 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ . Ze zmiňovaných hodnot vyplývá, že množství zkondenzované vodní páry je minimální. To znamená, že dojde vyschnutí skladby.

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér  $22,0^\circ\text{C}$ ,  $55,0\%$  ; exteriér  $-15,0^\circ\text{C}$ ,  $84,0\%$

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 5,498 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,175 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $0,0111 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Vypařená vodní pára:  $13,4145 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-10,0^\circ\text{C}$ .

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

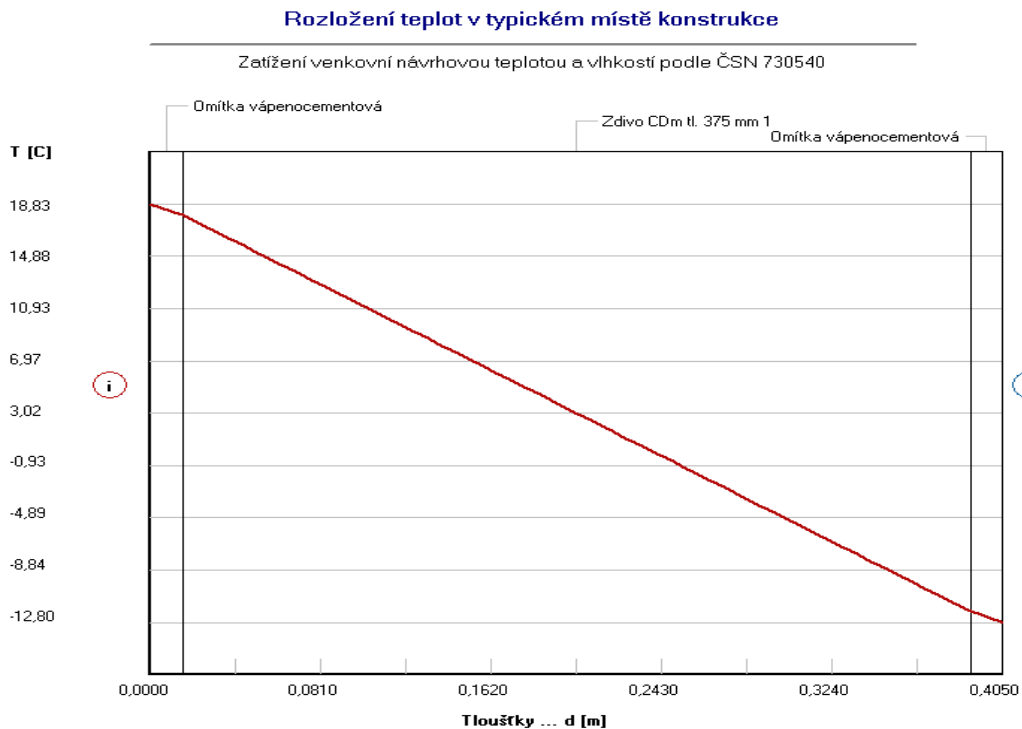
### 1.3.7 Úskalí při zateplení obvodového pláště řešeného bytového domu

#### Místnosti se zvýšenou mírou vlhkosti

V předchozích kapitolách, kde jsme posuzovali skladby konstrukcí, počítali jsme s okrajovými podmínkami pro převládající obývací místnosti. Ovšem v objektu jsou i místnosti, kde je vlhkost a teplota vyšší. Mějme na mysli například kuchyně, kde dochází k větší tvorbě páry vařením nebo koupelny, kde se suší prádlo a vzniká pára z horké vody při koupání. Tyto místnosti jsou vystaveny obtížnějším podmínkám a častějšímu vzniku kondenzace vodní páry na povrchu stěn. Tento jev vzniká vlivem nasycení vzduchu vodní párou = relativní vlhkost dosáhla  $100\%$ . Nyní provedme tepelně-technické zhodnocení obvodové stěny v místnosti s WC, která je součástí koupelny.

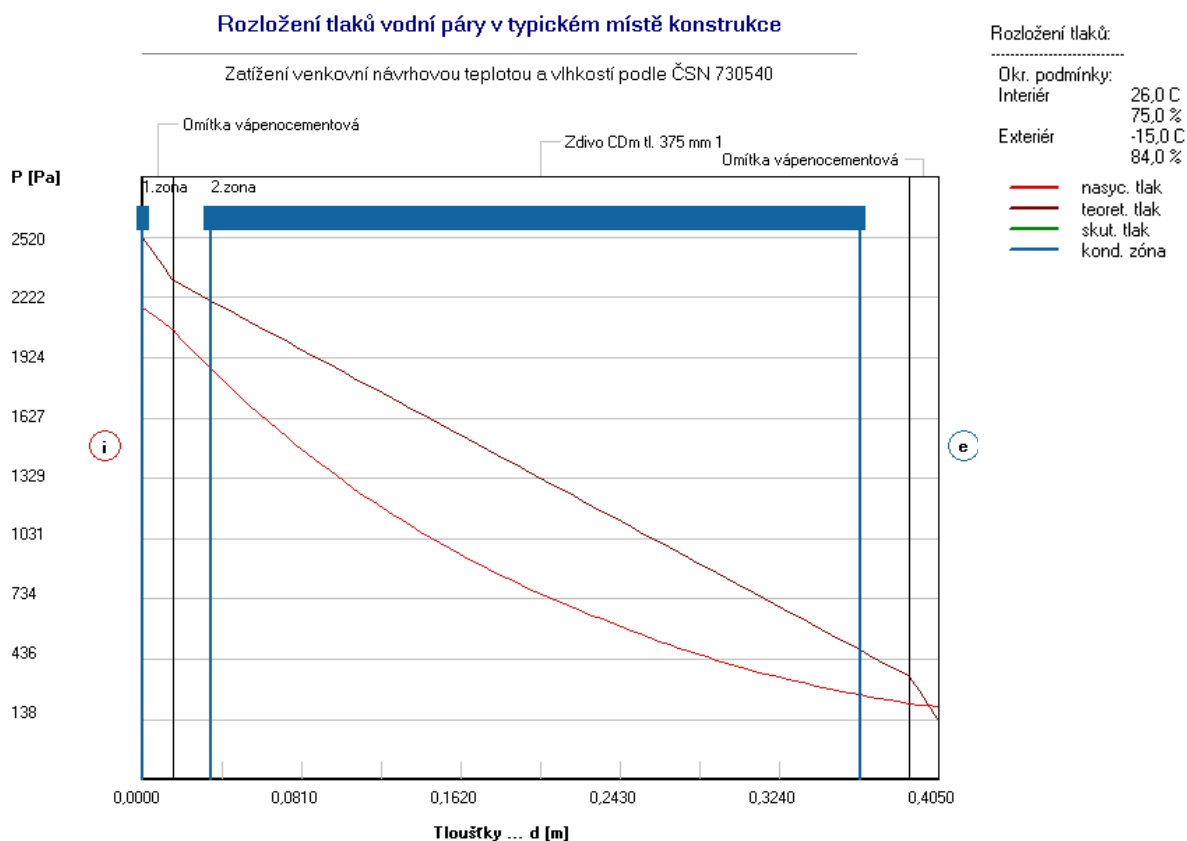
Stávající stav

Součinitel prostupu tepla stávající konstrukce stěny „U“ je spočten na  $1,344 \text{ W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor konstrukce  $R=0,574 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Z obrázku 34 zobrazující průběh teploty v konstrukci můžeme zjistit vnitřní povrchovou teplotu stěny  $18,94^\circ\text{C}$ .



**Obrázek 34: Průběh teplot ve stávající obvodové stěně v místě koupelny**

Z obrázku 35 zobrazující rozložení tlaků a vodní páry můžeme vidět dvě zóny, ve kterých dochází ke kondenzaci vodní páry. První kondenzační zóna se nachází na interiéru povrchu stěny. Ke kondenzaci dle výpočtů dochází při venkovní teplotě nižší než  $5,0^\circ\text{C}$ . Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti  $0,0000 \text{ m}$  a končí pravou hranicí  $0,0000 \text{ m}$  měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na  $1,333\text{E-}0005 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ . Druhá kondenzační zóna vzniká v 2. vrstvě konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti  $0,0344 \text{ m}$  a končí pravou hranicí  $0,3649 \text{ m}$  měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na  $9,136\text{E-}0008 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ .



**Obrázek 35: Rozložení tlaků vodní páry ve stávající obvodové stěně v místě koupelny**

Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $5,3511 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $1,6821 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ . Jelikož je množství zkondenzované vodní páry větší nežli vypařené, nedojde k vyschnutí skladby. Z posudku dle EN ISO 13788 vyplývá, že ke kondenzaci během modelového roku nedochází.

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky:                      interiér  $26,0^\circ\text{C}$ ,  $75,0\%$  ; exteriér  $-15,0^\circ\text{C}$ ,  $84,0\%$

Tepelný odpor konstrukce:               $R = 0,574 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Součinitel prostupu tepla:               $U = 1,344 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:               $5,3511 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Vypařená vodní pára:                       $1,6821 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $5,0^\circ\text{C}$ .

Podle EN ISO 13788

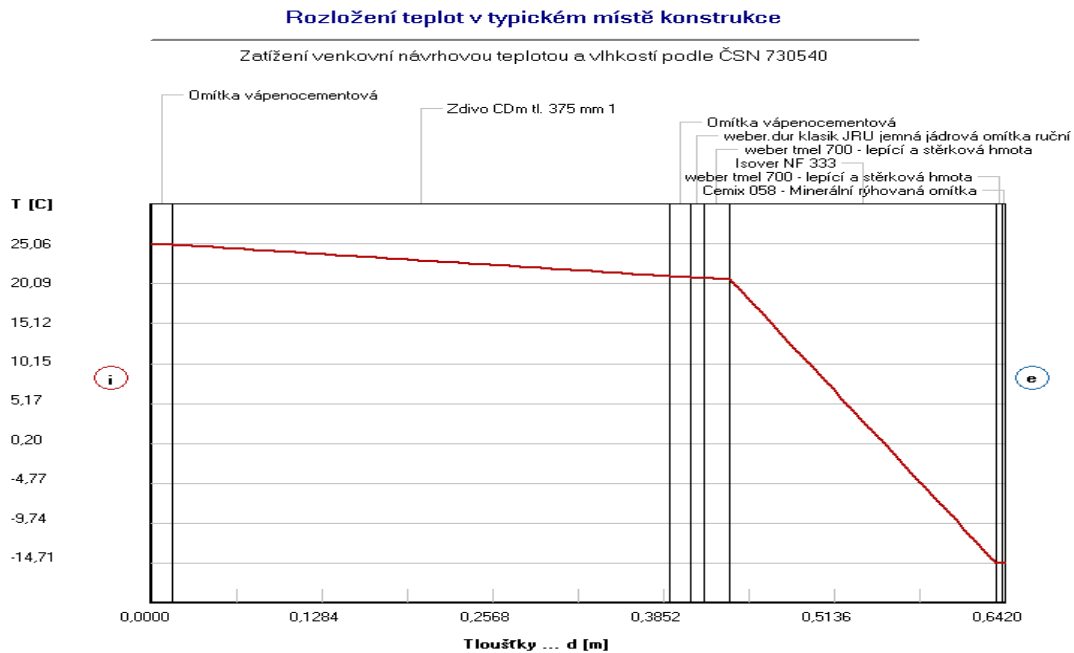
V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Navrhovaný stav

Navrhovaná skladba stěny je již popisována v předchozích kapitolách. Při tepelně-technickém posouzení této skladby v okrajových podmínkách pro koupelny byl spočten součinitel prostupu tepla  $U=0,176 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  a tepelný odpor konstrukce  $R=5,498 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ .

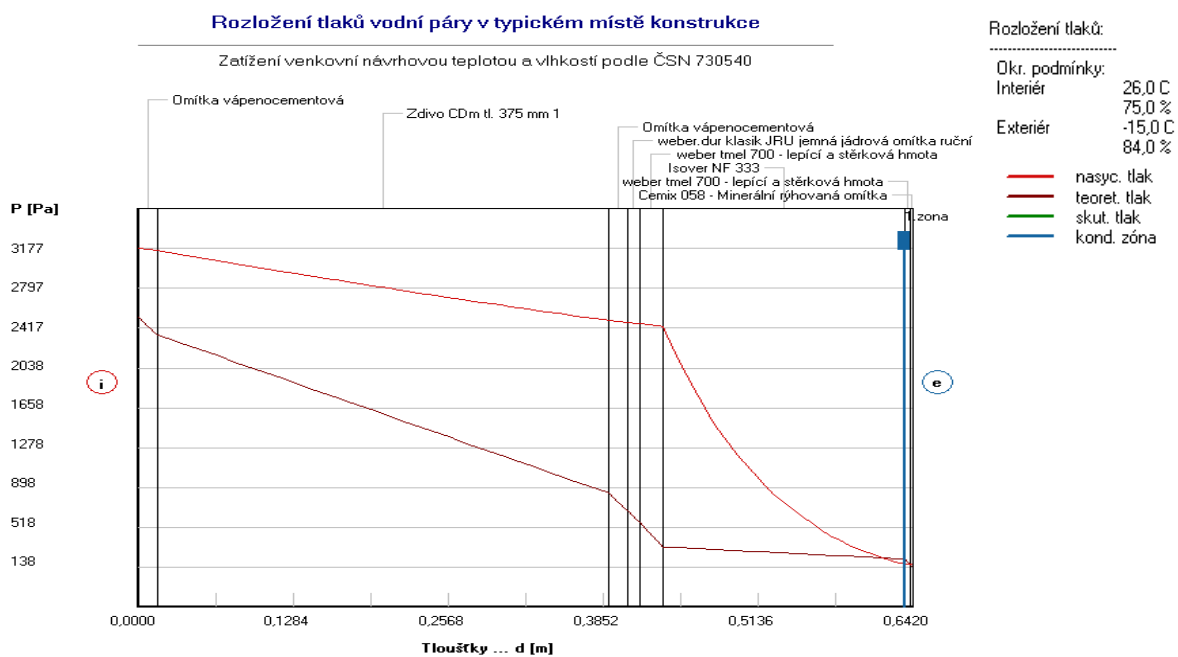


Z obrázku 36 zobrazující průběh teploty v konstrukci můžeme zjistit navýšení vnitřní povrchové teploty stěny na 25,06°C.



**Obrázek 36: Průběh teplot v navrhované skladbě obvodové stěně v místě koupelny**

Z obrázku 37 zobrazující rozložení tlaků a vodní páry můžeme vidět jednu zónu, ve které dochází ke kondenzaci vodní páry. Ke kondenzaci, dle výpočtů, dochází při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^{\circ}\text{C}$  v návrhových okrajových podmínkách na rozhraní 6-7 vrstvy konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,6350 m a končí pravou hranicí 0,6350 m měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na  $7,205\text{E}-0008 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ .



**Obrázek 37: Rozložení tlaků vodní páry v navrhované skladbě obvodové stěně v místě koupelny**

Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,0780 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $12,0189 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ . Z výsledků vyplývá, že během roku dojde k vyschnutí posuzované skladby.

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér  $26,0^\circ\text{C}$ ,  $75,0\%$  ; exteriér  $-15,0^\circ\text{C}$ ,  $84,0\%$   
Tepelný odpor konstrukce:  $R = 5,498 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$   
Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,176 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$   
Zkondenzovaná vodní pára:  $0,0780 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$   
Vypařená vodní pára:  $12,0189 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$   
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^\circ\text{C}$ .

Podle EN ISO 13788

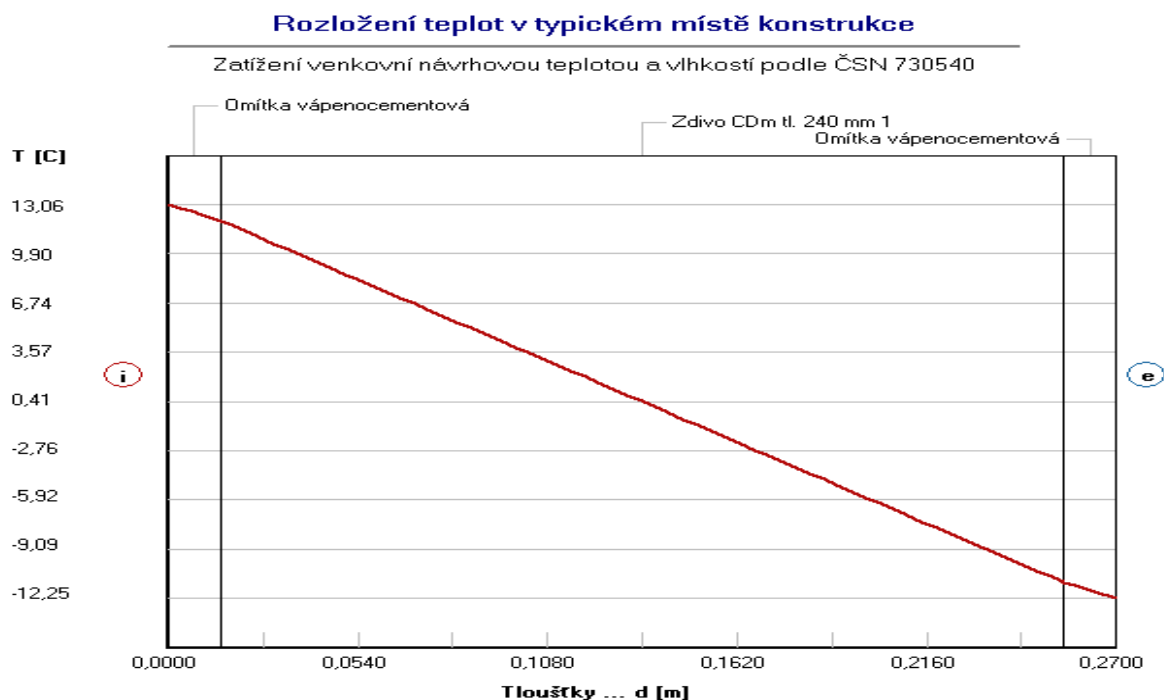
V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Realizací nově navržené skladby obvodové stěny dochází k obrovskému zlepšení tepelně technických vlastností, nejen součinitele prostupu tepla, ale také omezení kondenzačních zón. Dále rapidně snížíme množství zkondenzované vodní páry, čímž zlepšíme vlastnosti konstrukce.

Časnost zvýšené vlhkosti je vzhledem k počtu obyvatel (3-4 osoby) v jedné bytové jednotce poměrně velká. Místnost je vystavena časté osobní hygieně (koupeli), přibližně každý den jednu hodinu. Dále sušení prádla za nepříznivého počasí. Místnost je větrána okénkem na WC. Tento způsob větrání považuji za méně vhodný a doporučuji při rekonstrukci provést montáž ventilátoru. Další místností, kde vzniká zvýšení vlhkosti, je kuchyň. Oproti koupelně je míra vlhkosti nižší, ale zato daleko častější. K vaření dochází každý den i několikrát denně, čímž produkuje velké množství páry. Tato pára je však odváděna digestoří a nezpůsobuje tudíž rapidní navýšení vlhkosti v místnosti.

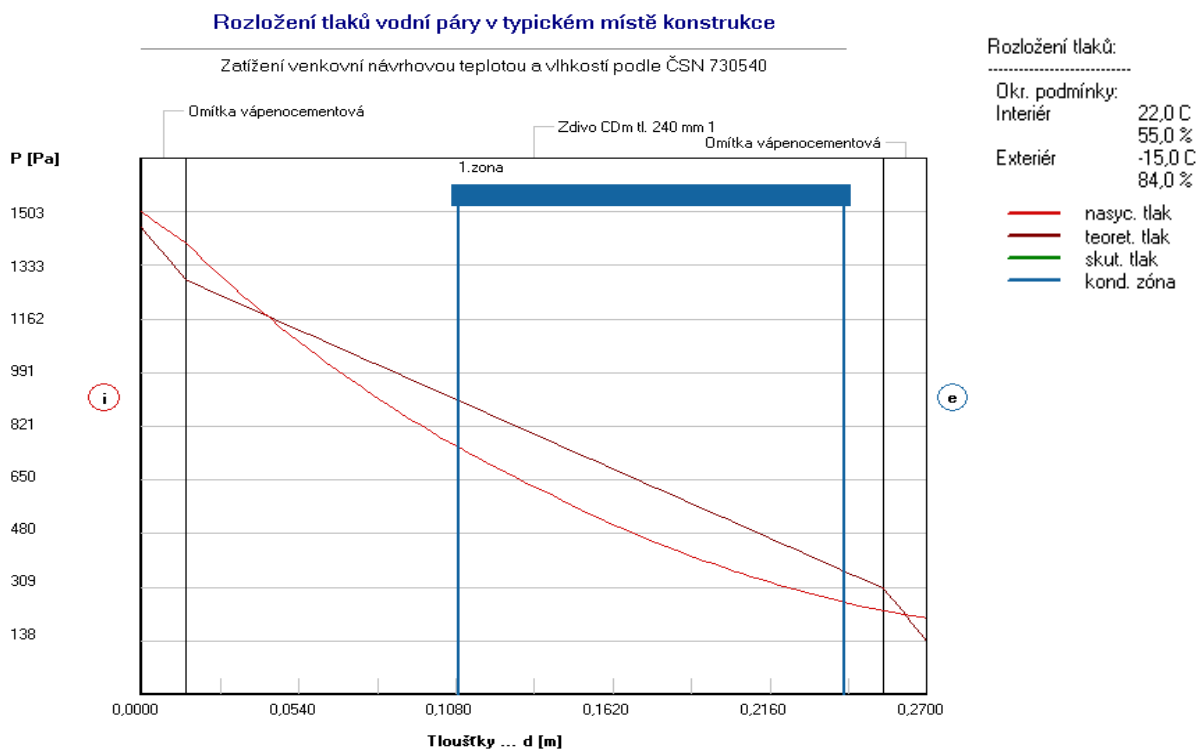
**Výklenky pod okny**

Pod okny v místě parapetů jsou vytvořeny výklenky. Tloušťka obvodové stěny v těchto výklenkách byla změřena  $270\text{mm}$  (2x omítka vápenocementová + zdivo z CDM tloušťky  $240\text{mm}$ ). V těchto místech je obvodová stěna značně zeslabená, a proto v těchto místech vznikají výrazné tepelné ztráty. Provedeme-li výpočet této konstrukce, z výsledků zjistíme součinitel prostupu tepla  $U = 1,858 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  a tepelný odpor  $R = 0,368 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ . Na obrázku 38 dále vidíme lineární klesání teploty v konstrukci. Dále z obrázku vyčteme poměrně nízkou povrchovou teplotu, přibližně  $13,06^\circ\text{C}$ .



Obrázek 38: Rozložení teplot ve výklenku stávající nezateplené obvodové stěny

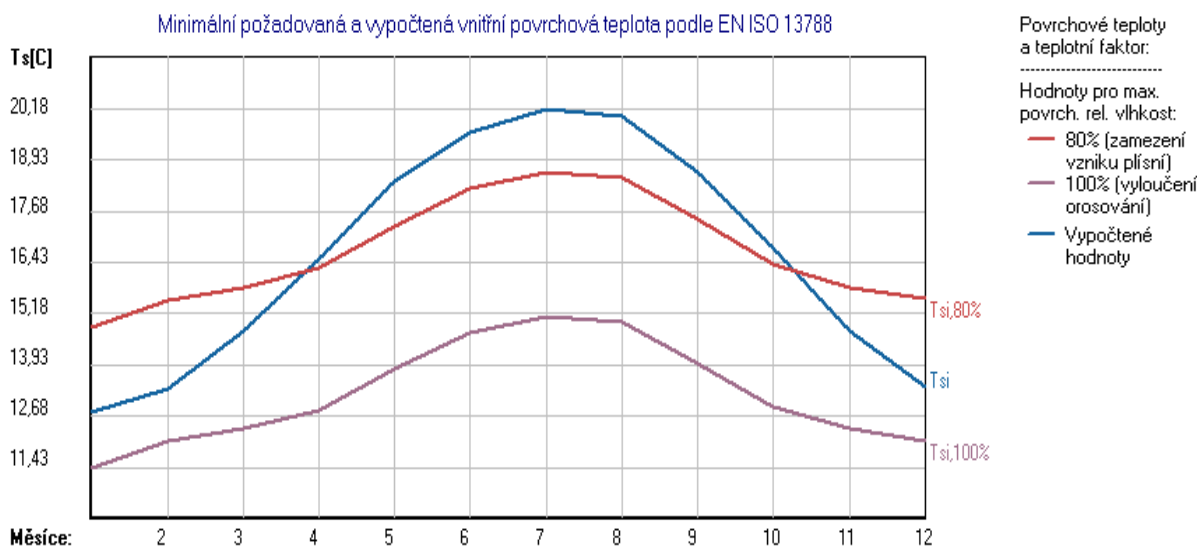
Z obrázku 39 zobrazující rozložení tlaků vodní páry a z hodnocení vyplývá, že ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^{\circ}\text{C}$  v návrhových okrajových podmínkách na c 2. vrstvě konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,1090 m a končí pravou hranicí 0,2418 m měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na  $8,353\text{E}-0008 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ .



Obrázek 39: Rozložení tlaků vodní páry v místě výklenků stávající konstrukce

Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,0800 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $4,6746 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ . Během roku nastane vysušení posuzované skladby.

Dalším výstupem z výpočetního programu výsledky vyhodnocující povrchové teploty. Na obrázku 40 můžeme vidět průběh vypočtené povrchové teploty v jednotlivých měsících modelového roku, dále vypočtenou povrchovou teplotu, jejímž překročením dochází ke vzniku plísní, a konečně povrchovou teplotu, jejímž překročením dochází k orosování povrchu konstrukce.



Obrázek 40: Obrázek vypočtených povrchových teplot v místě výklenků stávající konstrukce

Z obrázku je vidět průběh vypočtené povrchové teploty. Také je vidět křivky vyznačující mez vzniku plísní. To znamená, že v průběhu října do téměř konce března dochází k tvorbě plísní, čímž vzniká zdravotně závadné vnitřní prostředí.

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér  $22,0^\circ\text{C}$ ,  $55,0\%$  ; exteriér  $-15,0^\circ\text{C}$ ,  $84,0\%$

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 0,368 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 1,858 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $0,0800 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Vypařená vodní pára:  $4,6746 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

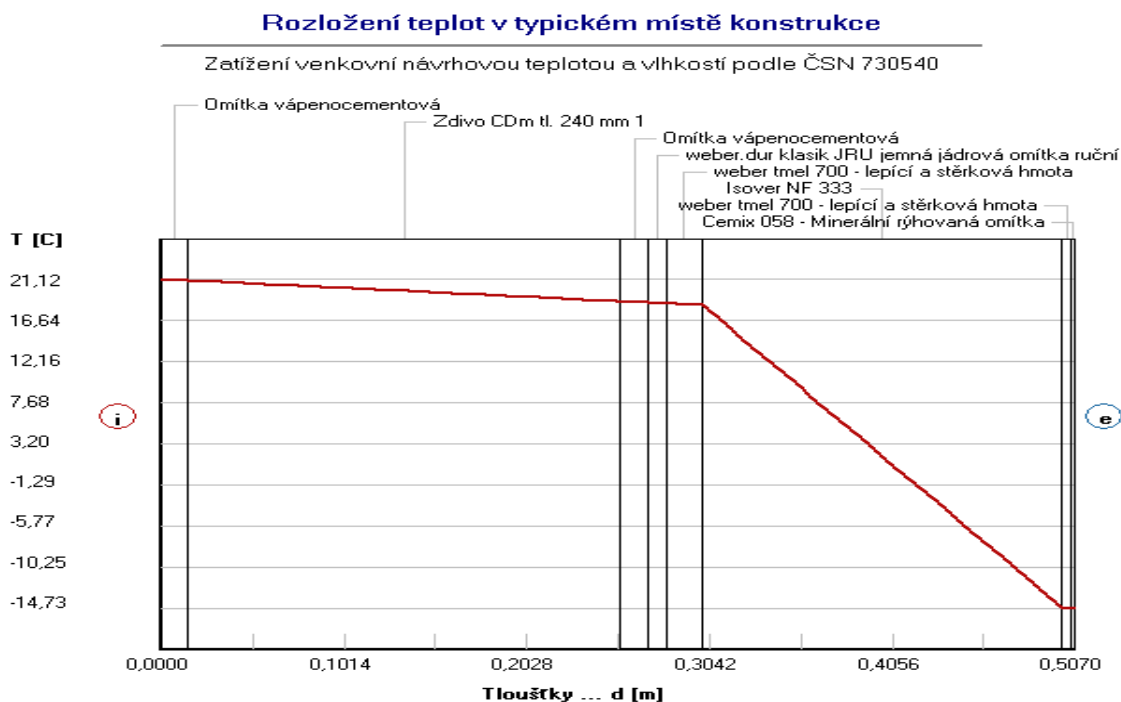
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^\circ\text{C}$ .

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

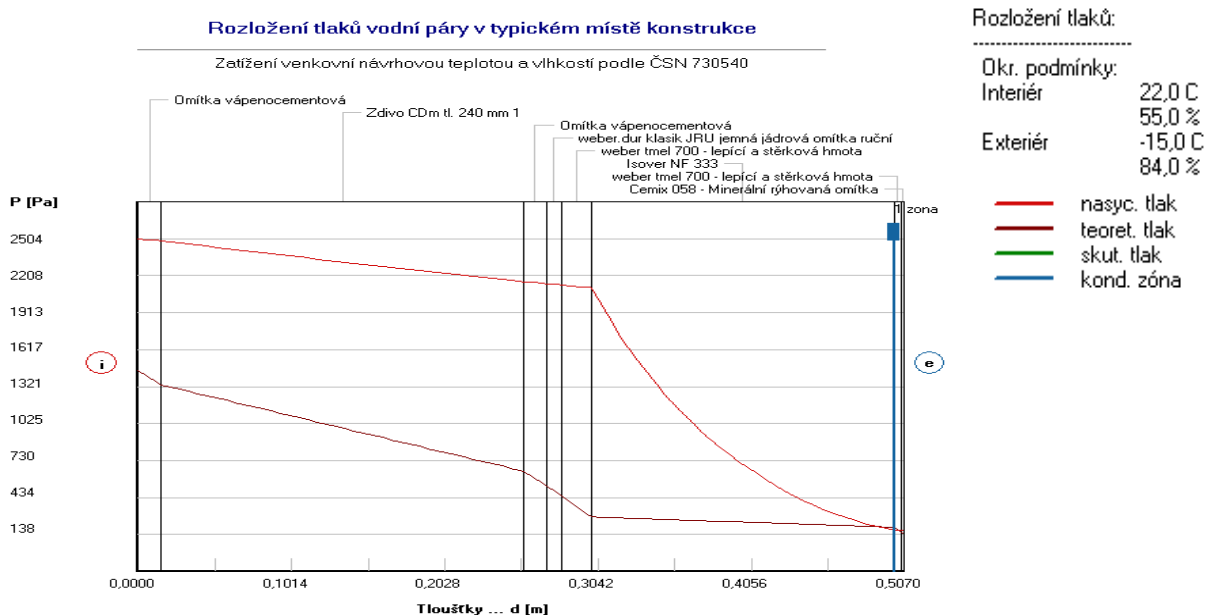
Nyní posoudíme stěnu výklenku s již námi navrženou minerální izolací tloušťky 200 mm. Výslední součinitel prostupu tepla konstrukce „U“ je spočten  $0,183 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  a tepelný odpor  $R = 5,292 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ . Součinitel prostupu tepla už se řadí pouze do normou doporučených hodnot prostupu tepla. Na obrázku 41 můžeme opět vidět nejprve pozvolný pokles teploty

s následujícím výrazným snížením teploty v oblasti tepelného izolantu. Největším přínosem zateplení těchto problémových míst je navýšení povrchové teploty obvodové stěny.



Obrázek 41: Rozložení teplot ve výklenku stávající obvodové stěny zateplené minerální vatou

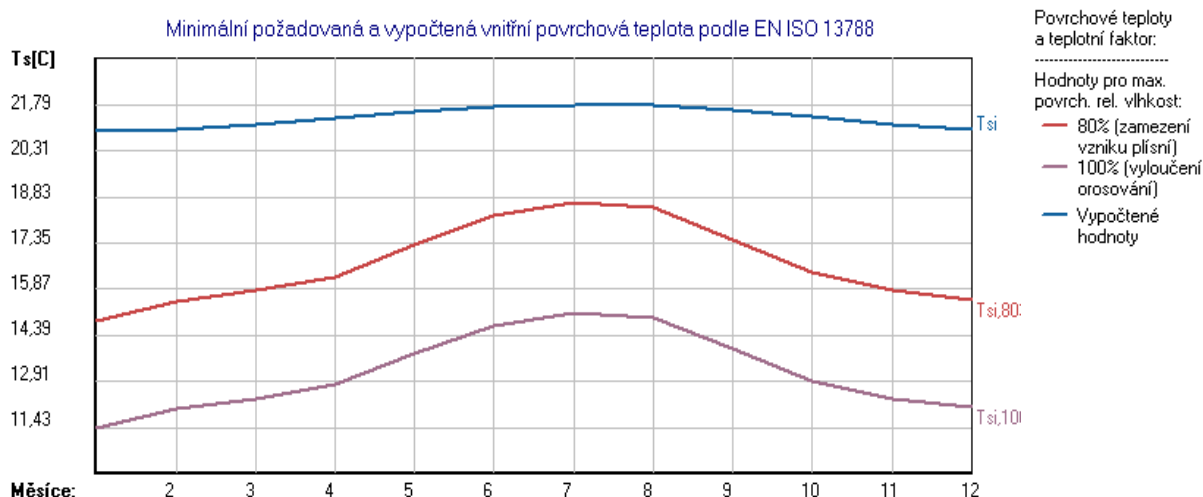
Na níže uvedeném obrázku 42 zobrazující rozložení tlaků vodní páry a z hodnocení vyplývá, že ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^{\circ}\text{C}$  v návrhových okrajových podmínkách na rozhraní 6-7 vrstvy konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,5000 m a končí pravou hranicí 0,5000 m měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na  $3,911\text{E}-0008 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ .



Obrázek 42: Rozložení tlaků vodní páry v místě výklenků obvodové konstrukce zateplené minerální vatou

Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,0273 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $13,3264 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ . Množství zkondenzované vodní páry je malé, a dojde v průběhu roku k jeho vypaření.

Opět využijeme výstupu vyhodnocující povrchové teploty zobrazující obrázek 43. Z tohoto obrázku vyčteme, že jsme aplikací tepelného izolantu zamezili vzniku plísní s dostatečnou rezervou.



Obrázek 43: Obrázek vypočtených povrchových teplot v místě výklenků stávající konstrukce zateplené minerální vatou

Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér  $22,0^\circ\text{C}$ ,  $55,0\%$  ; exteriér  $-15,0^\circ\text{C}$ ,  $84,0\%$

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 5,292 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,183 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $0,0273 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Vypařená vodní pára:  $13,3264 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^\circ\text{C}$ .

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Navržená skladba stěny v místě výklenků se součinitelem prostupu tepla liší od převládající skladby obvodového pláště pouze o  $0,008 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ . Tento rozdíl obou součinitelů je minimální. Vzhledem k tomu, že tyto výklenky tvoří plochu  $9\%$  ( $56,82 \text{ m}^2$ ) z celkové plochy obvodové stěny ( $635,26 \text{ m}^2$ ) bytových jednotek, nemá tento rozdíl součinitelů na celkovou obálku budovy výrazný vliv.

V následující tabulce 11 je provedeno srovnání různých zdících prvků v místě výklenku a převládající obvodové zdi zateplené navrženou minerální vatou tloušťky  $200 \text{ mm}$ . Zdící prvky byly vybírány tak, aby svým rozměrem co nejvíce odpovídaly stávajícímu zdivu z CDm. Vybrané zdící prvky pro porovnání ve skladbách byly nahrazeny za stávající zdivo, ostatní části skladby se nemění.

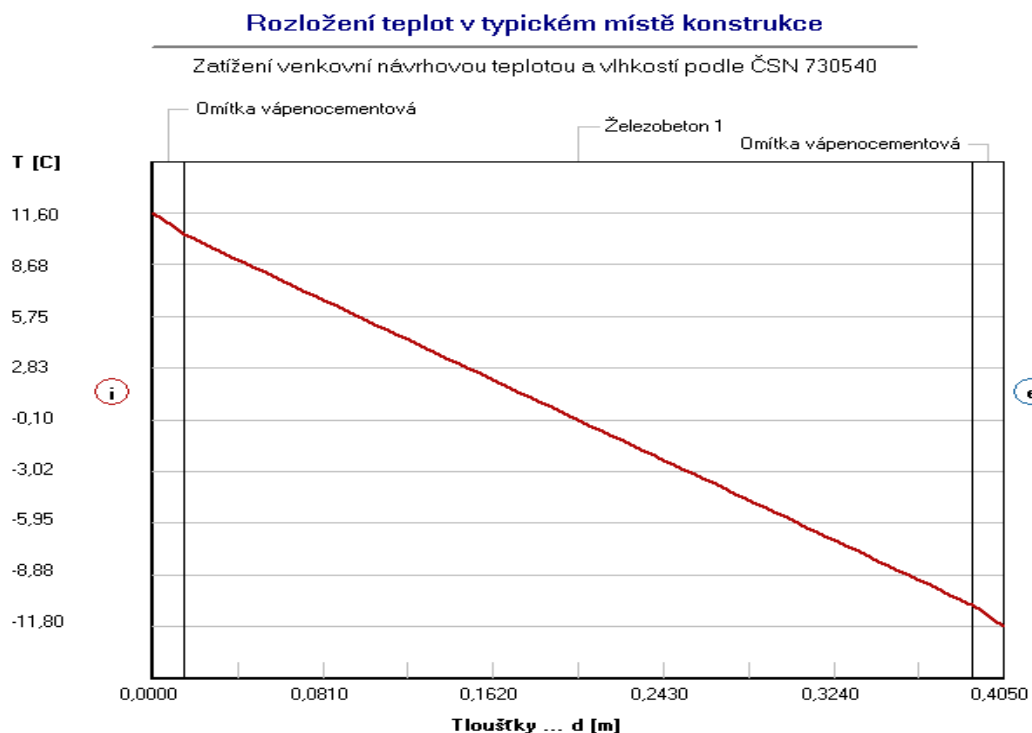
ZDÍCÍ SYSTÉM	ZDÍCÍ TVAROVKA	VÝKLENEK U(W/m <sup>2</sup> K)	OBVODOVÉ ZDIVO U(W/m <sup>2</sup> K)
STÁVAJÍCÍ STAV	CDm 240 mm	0,183	-
	CDM 375 mm	-	0,175
POROTHERM	POROTHERM 25 AKU MK	0,172	-
	POROTHERM 36,5	-	0,132
YTONG	PŘESNÁ TVÁRNICE 250 mm	0,143	-
	PŘESNÁ TVÁRNICE 375 mm	-	0,116
LIAPOR – LIAPORBETONOVÉ TVÁRNICE	LIAPOR M 240	0,17	-
	LIAPOR SL 36,5	-	0,114
LIVETHERM – TVÁRNICE ZTRAC, BEDNĚNÍ	TN 240	0,189	-
	TN 400	-	0,185
CIHLI PLNÉ PÁLENÉ	CP 250	0,184	-
	CP 365	-	0,179

Tabulka 11: Tabulka srovnání zdících prvků v obvodové stěně

Z tabulky lze snadno zjistit, že při použití některých současně nabízených zdících prvků na trhu, dosáhli bychom při přibližných stejných rozměrech zdiva mnohem lepších výsledků součinitele prostupu tepla.

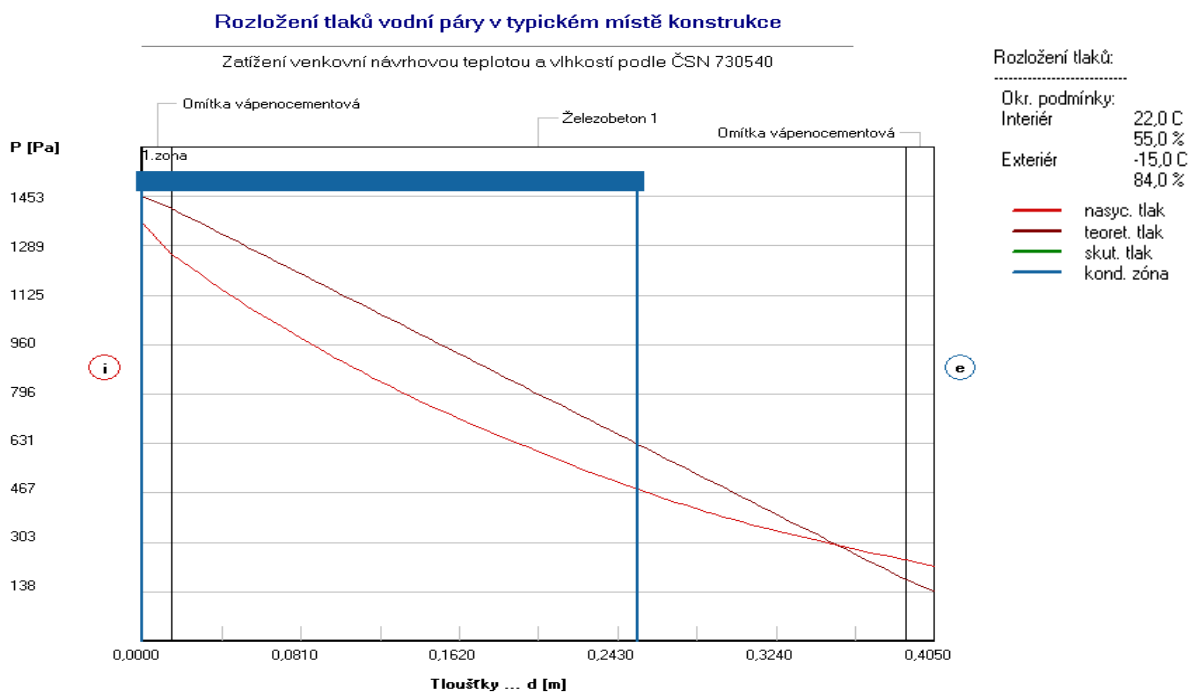
### Železobetonový překlad

Překlady nad otvory v obvodovém zdivu jsou železobetonové monolitické s výztuží. Zabránění tepelným mostům tepelnou izolací, jak to známe u dnešních systémových překladů například „Porotherm“ chybí. Vzhledem k velkému součiniteli prostupu tepla železobetonu, vznikají v těchto místech výrazné tepelné mosty. Tyto tepelné mosty nelze úplně odstranit, ale můžeme je zmírnit. Při zjišťování tepelně technických vlastností byly z námi využívaného programu zjištěny údaje o součiniteli prostupu tepla  $U = 2,162 \text{ W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor  $R = 0,293 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Součinitel prostupu tepla je velmi vysoký a nevyhovující. Na obrázku 44 dále můžeme vidět lineární pokles teplot, ale především velice nízkou povrchovou teplotu na interiérové straně stěny.



Obrázek 44: Rozložení teplot v místě stávajícího nezatepleného železobetonového překlady

Na obrázku 45 zobrazující rozložení tlaků vodní páry a z hodnocení vyplývá, že ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^{\circ}\text{C}$  v návrhových okrajových podmínkách na interiéru, 1 a 2 vrstvy konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,0000 m a končí pravou hranicí 0,2531 m měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na  $5,279\text{E}-0008 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ .

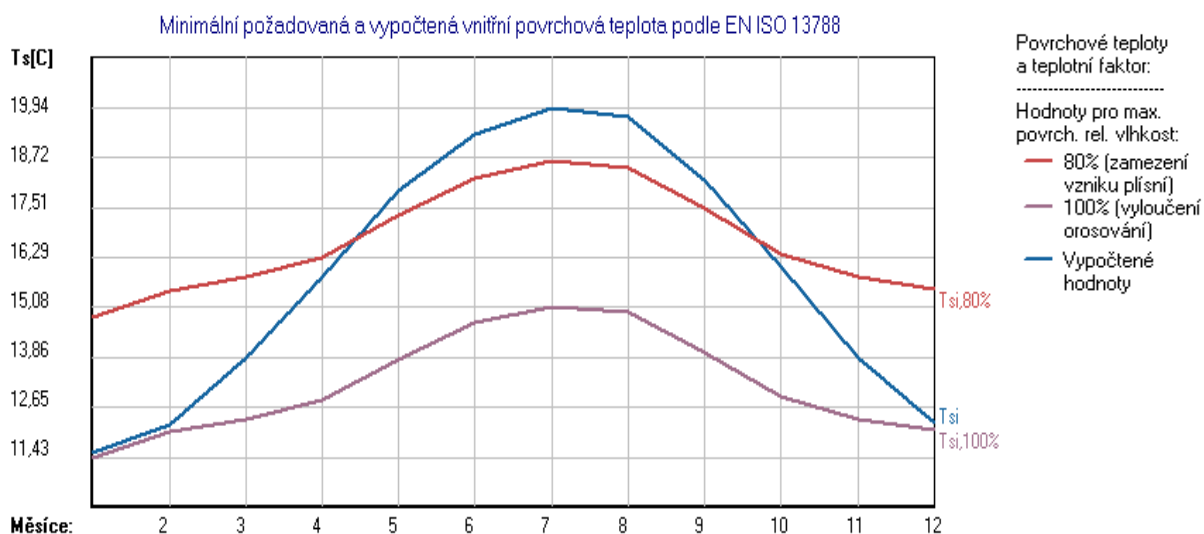


Obrázek 45: Rozložení tlaků vodní páry v místě překlady stávající konstrukce



Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $1,9545 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $1,7366 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ . Vzhledem k většímu množství zkondenzované vodní páry, nežli vypaření, nenastane její úplné vypaření. Konstrukce tudíž bude stále vlhká.

Jelikož se jedná o problémovou část obvodového pláště, opět využijeme výstupu z výpočetního programu vyhodnocující povrchové teploty. Na obrázku 46 můžeme vidět průběh vypočtené povrchové teploty protínající křivku značící mez pro vznik plísní. Tvorba plísní v oblasti překladu vzniká od konce září do půlky dubna. Dále si můžeme povšimnout téměř protnutí křivky vypočtené povrchové teploty s hranicí orosování. V případě, že by došlo k jejich protnutí, objevovali by se na povrchu stěny v místě překladu kapky vody vlivem rosení.



Obrázek 46: Obrázek vypočtených povrchových teplot v místě překladu stávající konstrukce

Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:

PODLE ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér  $22,0^\circ\text{C}$ ,  $55,0\%$  ; exteriér  $-15,0^\circ\text{C}$ ,  $84,0\%$

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 0,293 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 2,162 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $1,9545 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

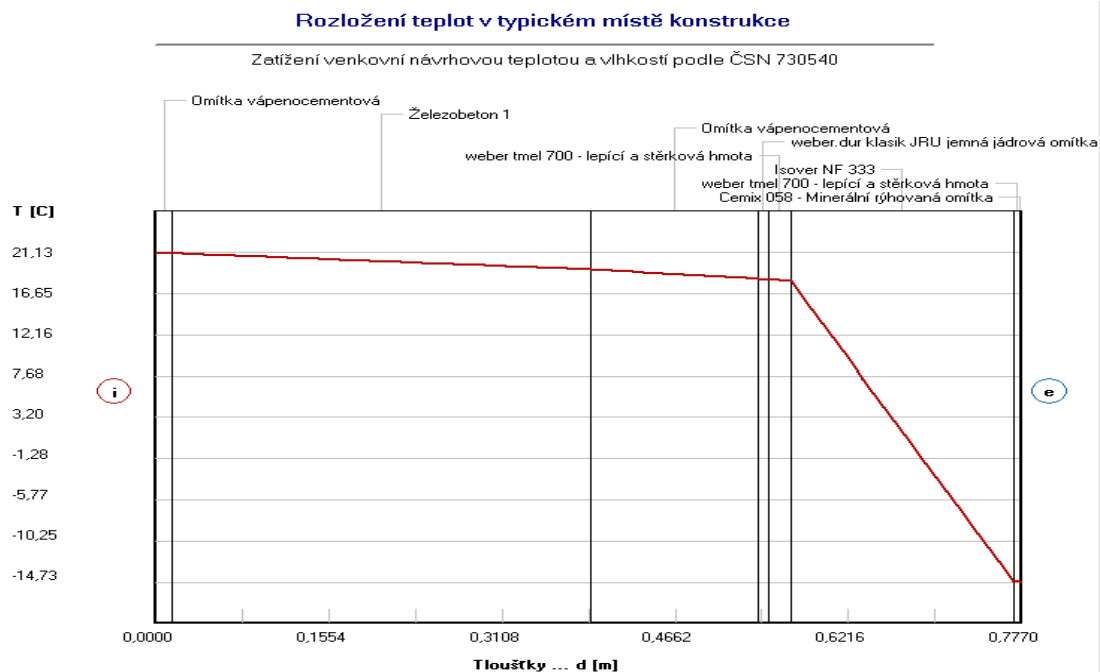
Vypařená vodní pára:  $1,7366 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^\circ\text{C}$

PODLE EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry

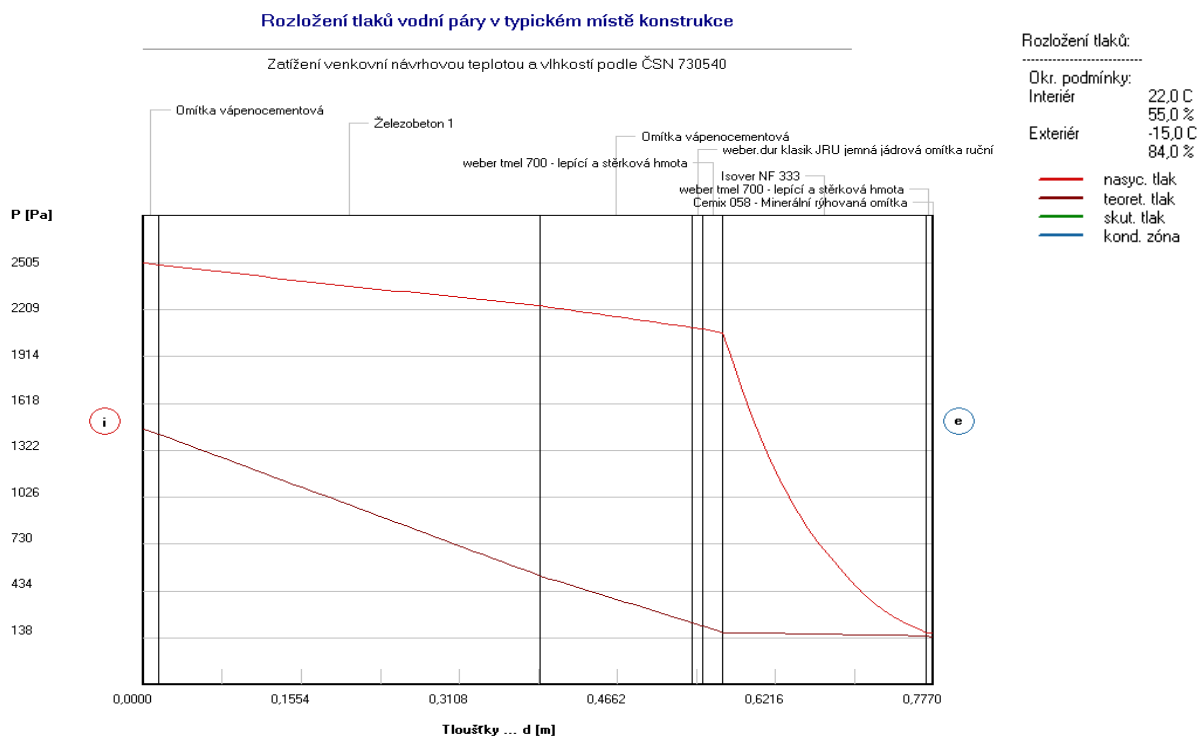
Pro zhodnocení nově navrženého stavu, tedy překladu zatepleného navrženou tloušťkou tepelné izolace (minerální vata tloušťky 200 mm), provedeme opět našim programem výpočet skladby stěny. Z výsledků je zjištěn součinitel prostupu tepla  $U = 0,181 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  a tepelný odpor  $R = 5,533 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ . Součinitel prostupu tepla se vypočtenou hodnotou řadí mezi normou doporučené hodnoty prostupu tepla. Z obrázku 47 můžeme snadno vyčíst velké navýšení povrchové teploty, a to až o  $10^\circ\text{C}$ .



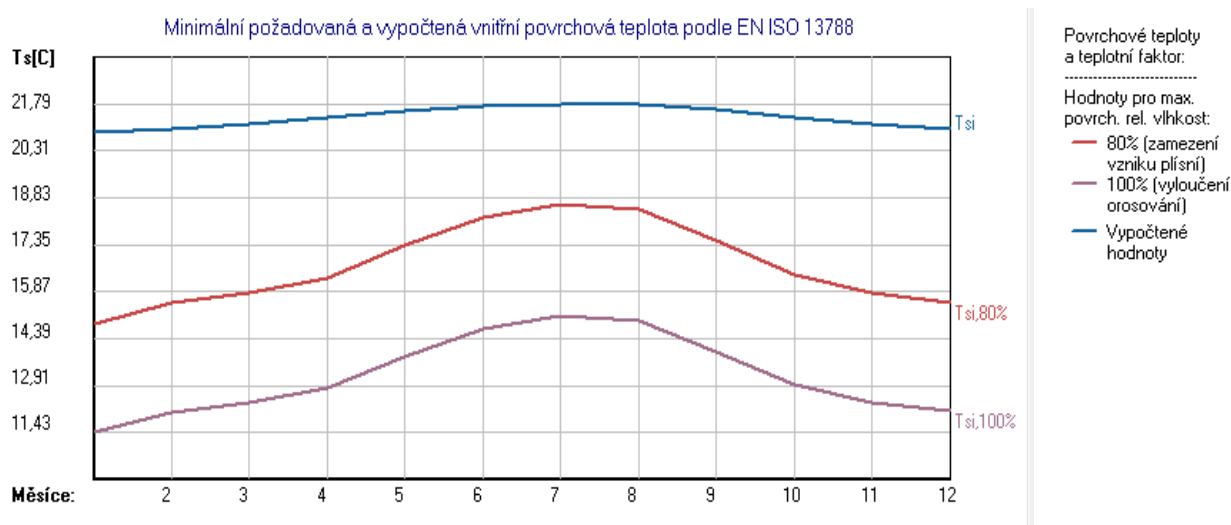
**Obrázek 47: Rozložení teplot v místě stávajícího zatepleného železobetonového věnce**

Na obrázku 48 zobrazující rozložení tlaků vodní páry a z hodnocení vyplývá, že kondenzaci v navržené skladbě překladu obvodové stěny nedochází.

Dále na obrázku 49 můžeme opět vidět vypočtený průběh povrchových teplot. Aplikací tepelné izolace jsme dosáhli navýšení rozestupu křivky mezi vypočtenými povrchovými teplotami v modelovém roce a křivkou znázorňující mez vzniku plísni.



**Obrázek 48: Rozložení tlaků vodní páry v místě překladu obvodové konstrukce zateplené minerální vatou**



Obrázek 49: Obrázek vypočtených povrchových teplot v místě překladu stávající konstrukce zateplené minerální vatou

Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 55,0% ; exteriér -15,0°C, 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 5,217 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,186 \text{ W/m}^2\text{K}$

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

V tabulce 12 je provedeno srovnání překladů Porotherm, Ytong, Liapor se stávajícím železobetonovým překladem. Srovnání je provedeno v nově navržené skladbě obvodové stěny.

ZDÍČÍ SYSTÉM	TYP PŘEKLADU	$U(\text{W/m}^2\text{K})$
STÁVAJÍCÍ PŘEKLAK	ŽELEZOBETONOVÝ	0,186
YTON	YTONG NO II/5/23	0,139
LIAPOR	LIAPOR PS 240	0,155
POROTHERM	POROTHERM KP 7	0,134

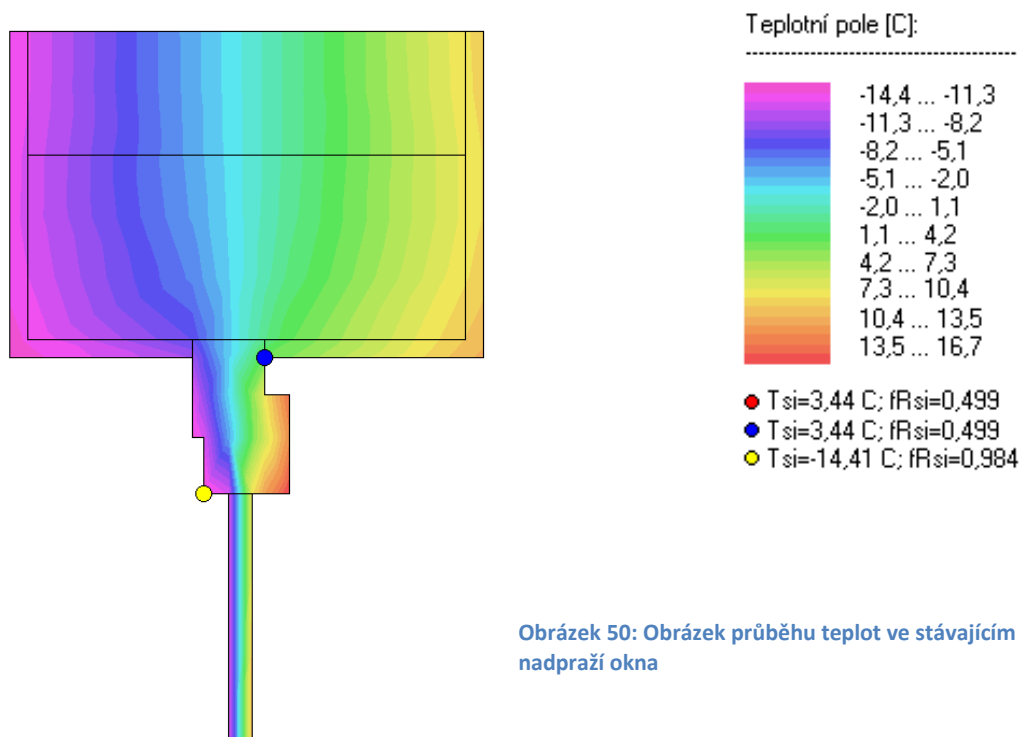
Tabulka 12: Tabulka srovnání součinitelů prostupu tepla v místě překladu

Z vypočtených součinitelů prostupu tepla je zřejmé, že v případě použití systémových výrobků na současném trhu lze dosáhnout lepších tepelně-technických vlastností konstrukce. Vzhledem k tomu, že překlady obytných místností tvoří 2,4% (14,94 m<sup>2</sup>) z celkové plochy obvodové stěny (635,26 m<sup>2</sup>) bytových jednotek, nemá tento rozdíl součinitelů na celkovou obálku budovy výrazný vliv.

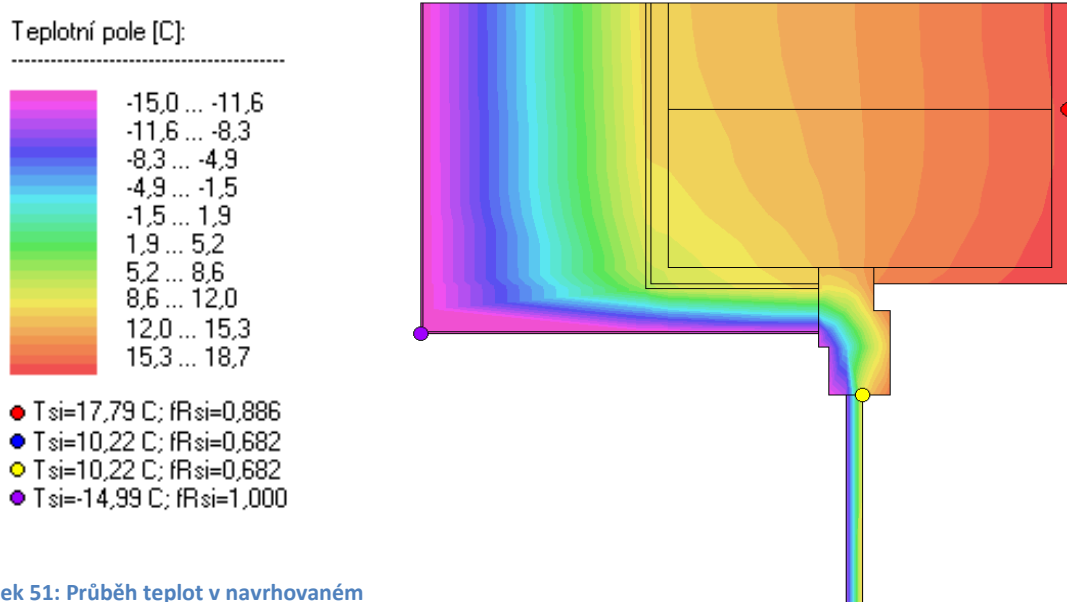
## Okenní otvory

Okenní otvory jsou obecně velkým problémem v úniku tepla z budovy. I když se součinitele prostupu tepla vývojem neustále posouvají k mnohem lepším výsledkům, jedná se

o jedny z největších tepelných mostů budovy. Zateplením obvodového pláště lze tyto úniky snížit nelze je však odstranit. Detail řešení stávajícího stavu nadpraží s ocelovým okenním rámem (sklepní prostory), plastovým okenním rámem (bytové jednotky), dále pak zateplení nadpraží s plastovým okenním rámem (ve sklepních prostorech budou navržena nová, plastová okna) lze nalézt v příloze práce pod označením VII.



Obrázek 50: Obrázek průběhu teplot ve stávajícím detailu nadpraží okna

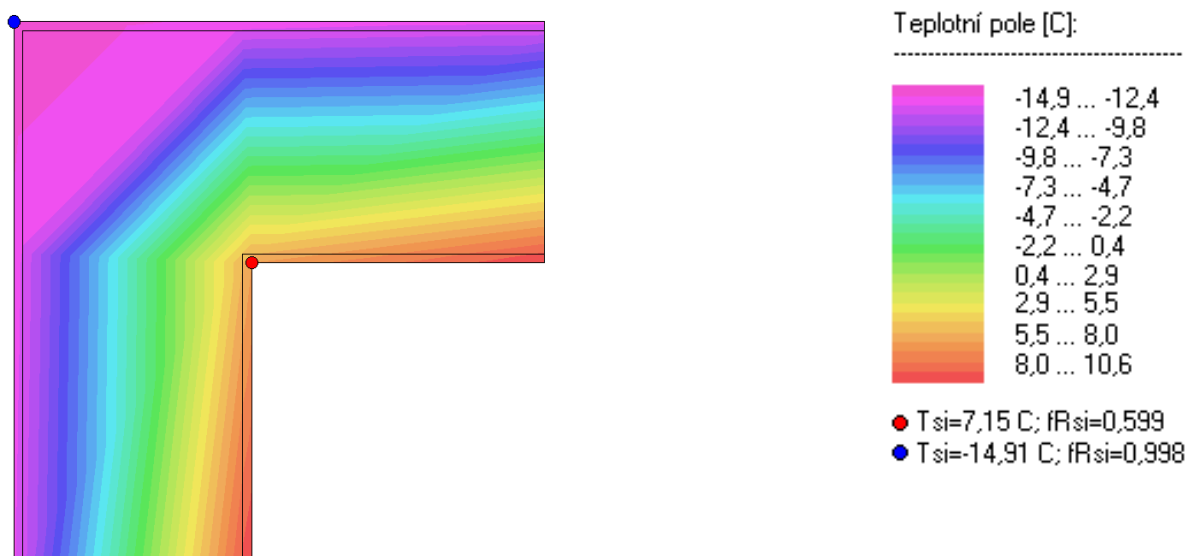


Obrázek 51: Průběh teplot v navrhovaném detailu nadpraží okna

## Nároží objektu

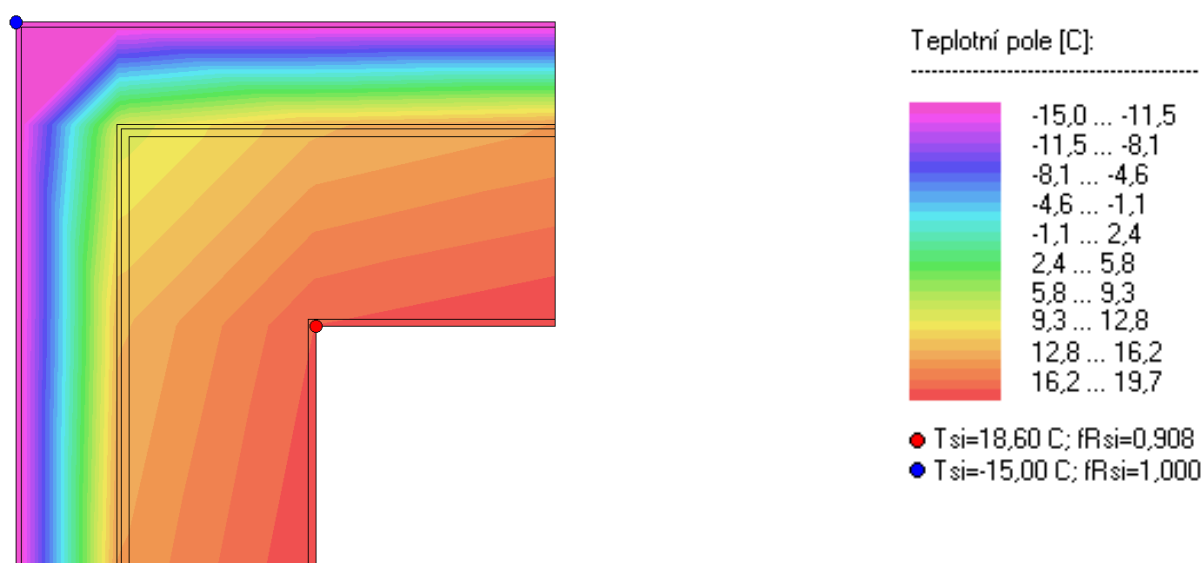
Nároží objektu jsou kritická místa, která jsou vystavena povětrnostním a klimatickým vlivům. Tato místa jsou velice ochlazována, čímž dochází k velkým tepelným ztrátám, následkem je nízká vnitřní povrchová teplota stěny (viz obrázek 52). Při takto nízkých teplotách, jako v námi řešeném objektu, kde je povrchová teplota  $7,15^{\circ}\text{C}$ , dochází ke kondenzaci vodní páry a vzniku plísní. Provedeme-li aplikaci tepelné izolace v námi navržené tloušťce, dochází k velkému omezení tepelných ztrát a zvýšení povrchové teploty na interiéru stěny. V našem objektu dochází k navýšení povrchové teploty na  $18,6^{\circ}\text{C}$ . Detaily nároží jsou rozkresleny a přiloženy v přílohách práce pod označením **VIII**.

## Stávající stav



Obrázek 52: Obrázek průběhu teplot ve stávajícím nároží objektu

## Navrhovaný stav



Obrázek 53: Obrázek průběhu teplot ve stávajícím nároží objektu zatepleného minerální vatou tloušťky 200 mm

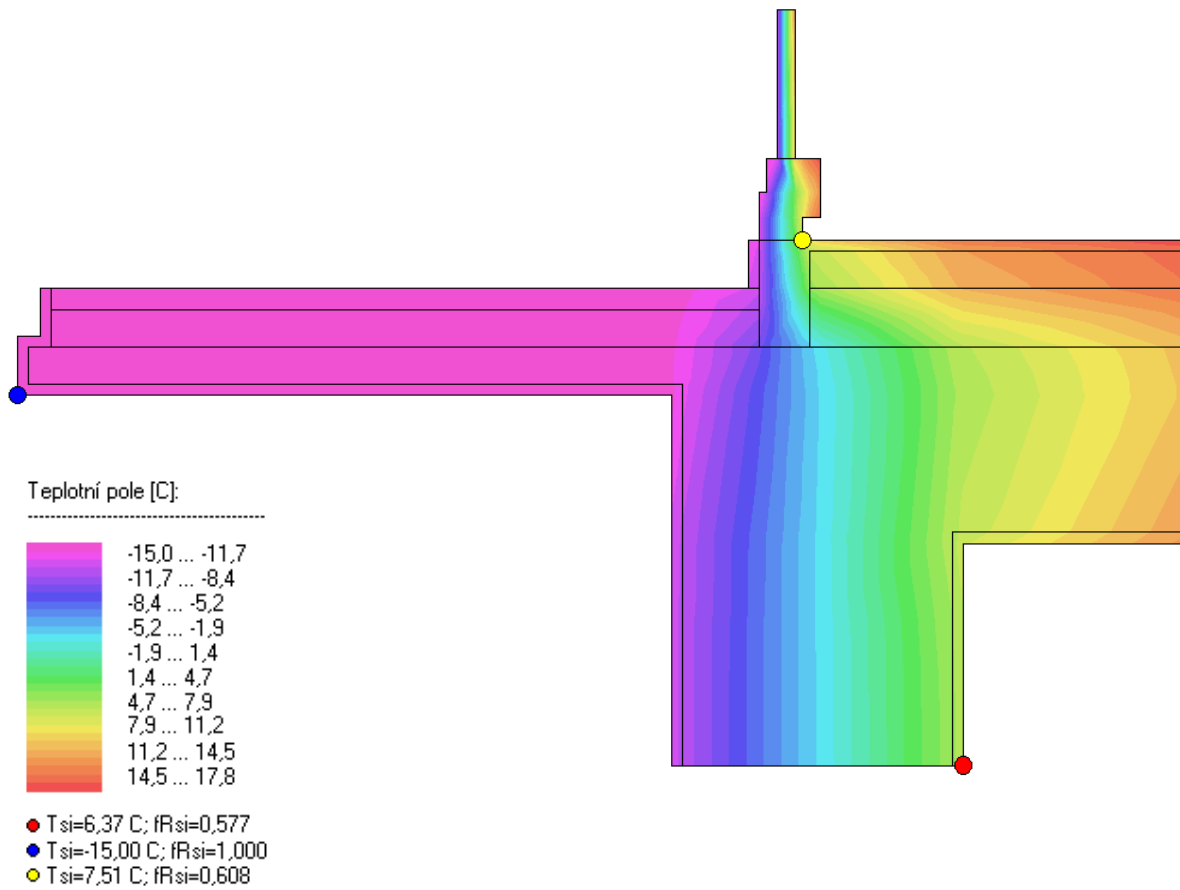
## Železobetonová konzola balkonu

Stávající železobetonová konzola balkonu tvoří obrovský tepelný most. Při realizaci bylo opomenuto tento tepelný most přerušit, například vloženou tepelnou izolací mezi věnec a betonovou konzolu. Následkem je vedením způsobené ochlazování obvodové konstrukce a snížení vnitřní povrchové teploty, a to, jak již už víme, může způsobit navýšení vlhkosti a podmínky pro tvorbu plísní. Způsob jak takovouto konzolu provést a zabránit tepelnému mostu by bylo možné pomocí ISO nosníků, které svou konstrukcí tepelnému mostu zabrání a zároveň spojí stropní nosnou desku s železobetonovou konzolou. Současně přenáší smykové a tlakové síly, které v konzole vznikají. Tento nosník se však musí vkládat již při realizaci stavby, a jelikož výroba těchto nosníků započala před nedávnem, nebylo možné tohoto výrobku využít. Druhým možným způsobem, jak zamezit tepelnému mostu, je provést tepelnou izolaci v celé ploše nosné železobetonové konzoly.

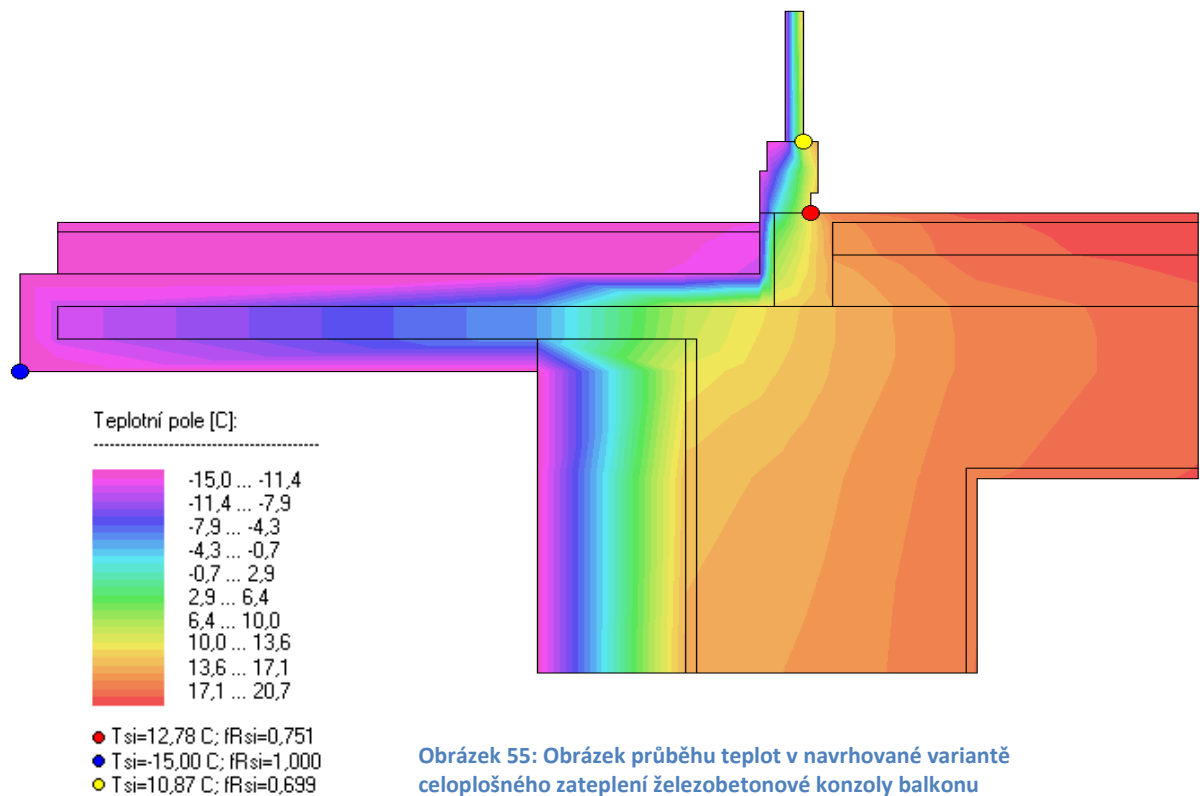
Abychom splnili cíl práce, získání co nejvyšší úspory energie, je nutné navrhnout opatření pro zamezení tohoto tepelného mostu nyní, při navrhované rekonstrukci. Nejsnazším a realizovatelným řešením je provést tepelnou izolaci v celé ploše železobetonové konzoly. Při návrhu je však nutné brát v potaz nejen cíl tepelné úspory, ale také navrhnout zateplení po estetické stránce. To znamená, že navrheme-li velkou sílu tepelného izolantu, vznikne masivní konstrukce balkonu, která bude budovu po stránce estetické narušovat. Je nutné mezi úsporou energií a estetikou nalézt vhodný kompromis.

Pro zateplení části železobetonové konzoly je navrženo použít výrobek Kingspan Kooltherm, namísto minerální tepelné izolace, která byla použita pro zateplení obvodové stěny. Tento výrobek byl vybrán z důvodu nízkého součinitele tepelné vodivosti  $\lambda = 0,020$  W/mK, který je oproti jiným tepelným izolacím až o polovinu nižší. To znamená, že při poloviční tloušťce tepelné izolace Kingspan Kooltherm získáme stejné vlastnosti, jako při dvakrát takové tloušťce jiného izolantu. Na spodní část konzoly je navrženo použít Kooltherm K5 pro zateplení fasády a do části podlahy je navržen Koolther K3 určený pro zateplení podlahových konstrukcí. Před montáží izolace je však nutné odstranit stávající vrstvu teraco dlažby, betonové a spádové vrstvy, včetně hydroizolační ochrany. Dále je nutné provést předsazení balkonových dveří alespoň o 20 mm a vložit pod rám dveří svislý proužek tepelné izolace, následně provést novou skladbu balkonu. Toto řešení je velice obtížné vzhledem k výškovým úrovním mezi podlahovou krytinou interiéru bytu a nově navrženou výškou skladby balkonu. Řešení tohoto detailu je rozkresleno ve výkrese, který je součástí přílohy. Rozložení teplot v tomto detailu před realizací a po realizaci je zobrazeno na obrázcích 54 a 55.

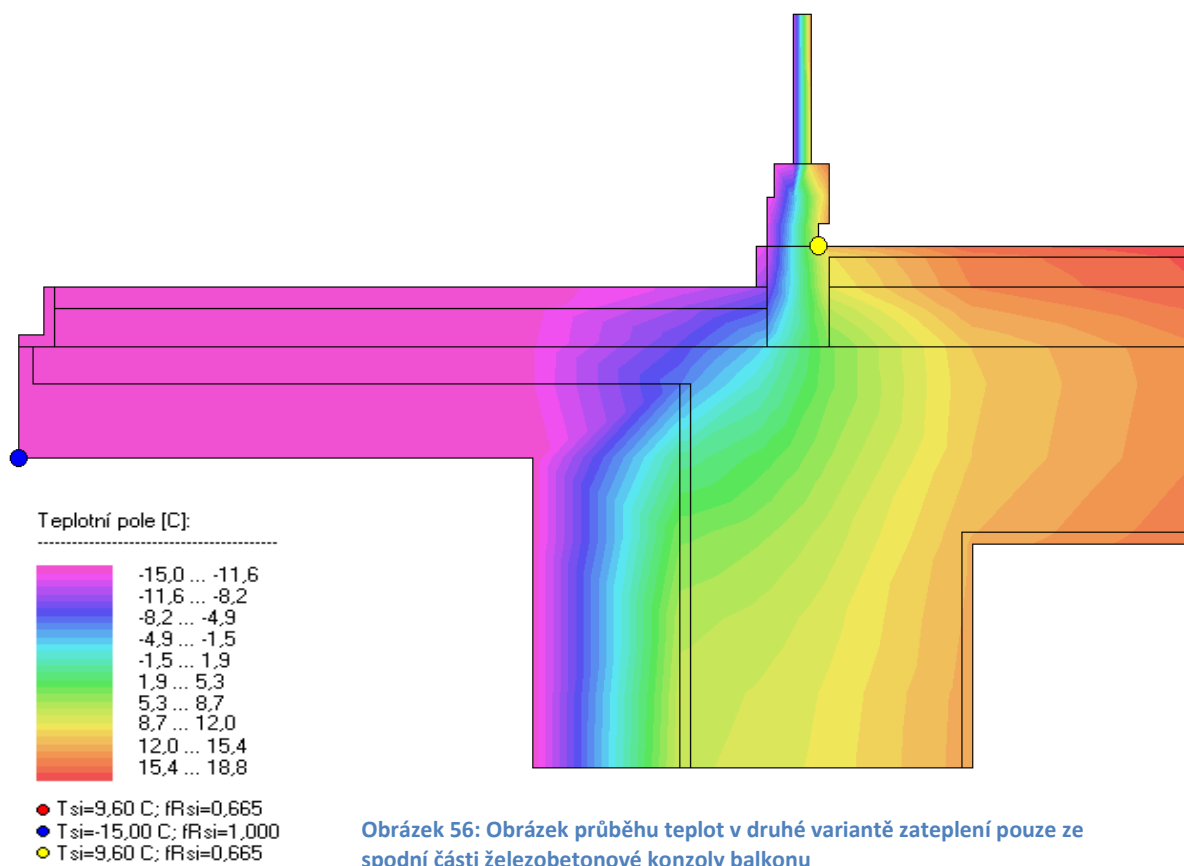
V případě, že by někteří namítali, že by bylo možné provést zateplení konzoly pouze ze spodní části, byl proto navržen i tento detail, který je též součástí přílohy této práce. Zateplení bylo navrženou z minerální vaty Isoven NF 333, který je použit na zateplení obvodových stěn. Dále byl vytvořen obrázek 56 průběhu teplot i v takto navrženém detailu. Po srovnání obou variant a průběhu zateplení konzoly pouze ze spodní strany byla shledána tato varianta za nedostačující. Všechny tři varianty detailů železobetonové konzoly jsou rozkresleny a přiloženy v přílohách práce pod označením **IX**.



Obrázek 54: Obrázek průběhu teplot ve stávajícím detailu železobetonové konzoly balkonu



Obrázek 55: Obrázek průběhu teplot v navrhované variantě celoplošného zateplení železobetonové konzoly balkonu



Obrázek 56: Obrázek průběhu teplot v druhé variantě zateplení pouze ze spodní části železobetonové konzoly balkonu



## 1.4 Zateplení stropu posledního nadzemního podlaží

Zateplení stropu posledního nadzemního podlaží je nezbytné, chceme-li zajistit kvalitní prostředí bez tepelných ztrát stropních konstrukcí. Zateplení stropu se řadí mezi nejefektivnější a přitom nejvíce opomíjené využití tepelné izolace v bytových domech a v ostatních budovách. Jak je obecně známo, teplý vzduch stoupá vzhůru, proto je nutné provést důkladné zateplení a zabránění úniku či proudění tepelného toku z objektu. Jelikož v posledním nadzemním podlaží námi řešeného objektu byla naměřena světlá výška místnosti pouze 2470 mm, není dle současných českých státních a evropských norem dostačující. Z tohoto důvodu je zřejmé, že není vhodné zateplovat stropní konstrukci z interiéru tohoto podlaží a snižovat ještě více světlou výšku místnosti, ale je nutné zateplit stropní konstrukci z prostoru půdy.

Zateplení objektu z prostorů půdy nám nabízí několik možných řešení. Prvním řešením zateplení je vkládání tepelné izolace mezi krokve a pod krokve. Tento způsob zateplení je dosti nevhodný, jelikož by docházelo k vytápění celého prostoru půdy. Vytápění tohoto prostoru je ekonomicky nevhodné, už jen z většího objemu prostoru, který je pro nás bez podkrovních místností nepotřebný, nehledě na množství energie, které by bylo nutné vynaložit na vytopení těchto prostor. Abychom si ale uvědomili, co tyto způsoby zateplení obnáší, stručně si je níže představíme. Druhým způsobem je zateplení podlahy půdního prostoru. Tento způsob nabízí efektivní řešení zabráňující vytápění nepotřebných objemů vzduchu vnitřních prostor objektu a zároveň nedojde ke zmenšení světlých výšek místností posledního nadzemního podlaží.

Zateplení podlahy půdy lze docílit mnoha způsoby. Je nutné důkladně se seznámit s konstrukcí a skladbou stropu posledního nadzemního podlaží. Právě tyto získané informace nám napoví, který z mnoha způsobů zateplení je pro daný objekt nejvhodnější. Zrekapitulujme si proto tedy námi zjištěnou skladbu stropní konstrukce:

- Prostor půdy
- Betonová mazanina tloušťky 50 mm
- Škvárový násyp tloušťky 100 mm
- Stropní konstrukce ze škvárobetonových tvárnic ukládaných do betonových trámečků tloušťky 250 mm
- Vnitřní omítka vápenocementová tloušťky 15 mm
- Interiér 3.NP

V případě, že by se jednalo o stropní konstrukci dřevěnou trémovou s prkenným záklopem, bylo by možné provést zateplení mezi trámy minerální vatou nebo foukanou izolací. Ovšem tento typ stropní konstrukce se v tomto objektu nenachází, proto je nutné najít jiné řešení. Bude nutné navýšit tloušťku skladby podlahy o tepelnou izolaci. Uvědomme si, že podlaha půdy musí zůstat pochozí kvůli revizím, vymetáním komínových těles a přístupu k střešním výlezům tzv. „padákům“ umožňující přístup na střešní rovinu. Za úvahu stojí zvážení variantu, zda vytvořit pochozí vrstvu v celé ploše půdy nebo vytvořit pouze komunikační lávky ke komínovým tělesům, střešním výlezům, rozvodům televizního signálu

a odvětrávacímu odpadnímu potrubí. Představme si tedy všechny možné varianty zateplení půdního prostoru, zhodnoťme jejich nedostatky a výhody, které tyto varianty přinášejí.

- Volné položení tepelného izolantu
- Systém zateplení Isover STEPcross
- Zateplení foukanou izolací do bedně

#### 1.4.1 Volné položení tepelného izolantu

Tento způsob zateplení půdy, který je znázorněn na obrázku 57, je ze všech variant nejnazší. Jedná se o pouhé položení minerální izolace na konstrukci podlahy. Nesmí se ovšem opomenout na provedení parotěsné izolace pod vrstvou izolantu kvůli zabránění kondenzování vodní páry. Tepelnou izolaci je vhodné pokládat ve dvou slabších vrstvách na sebe tak, aby došlo k překrytí spár izolačních desek první položené vrstvy izolace, čímž dojde k zabránění i minimálním ztrátám tepla. Na položenou vrstvu izolace je nutné položit fólii proti prachu (paropropustnou) nebo zvolit tepelný izolant rolovaný z minerálních vláken s předem nakaširovanou ochranou proti prachu.



Obrázek 57: Volná pokládka rolí minerální vaty

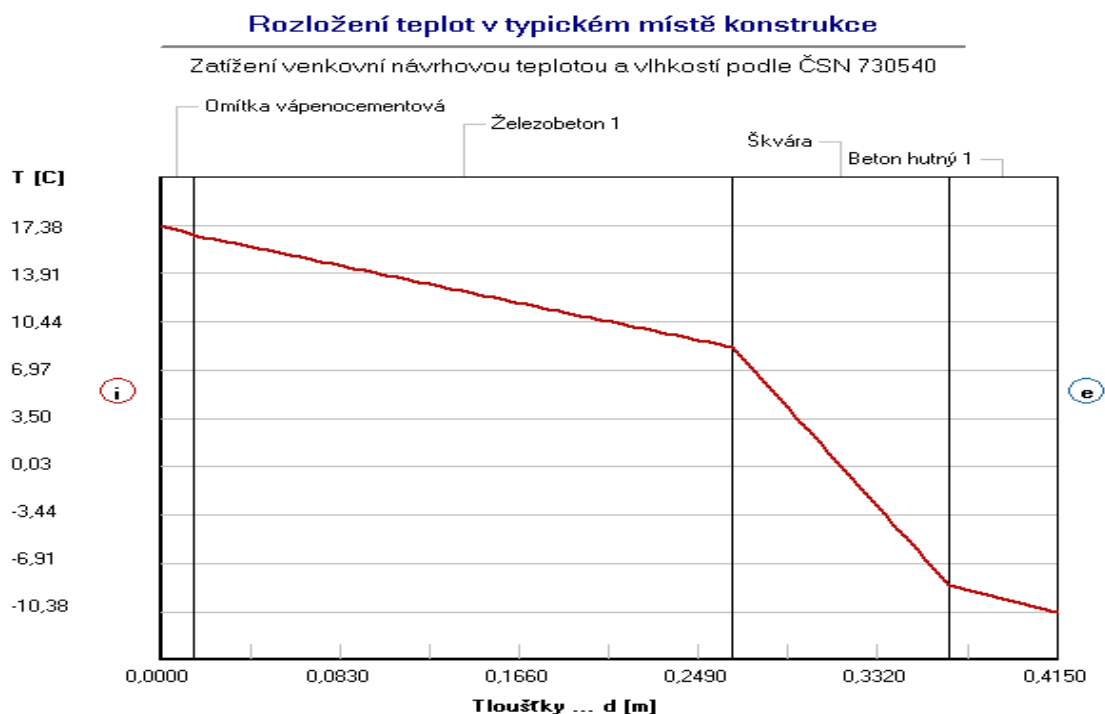
Tento způsob zateplení však nevytvoří pochozí vrstvu podlahy, proto je nutné navrhnout konstrukci pochozí lávky, která by měla být pro účely přístupu k požadovaným zařízením a konstrukcím dostačující. Jeden z návrhů jak takovouto lávku provést je rozkreslen v detailu, který je umístěn v přílohách práce pod označením **X.-A.** V případě výpočtu součinitele prostupu tepla „U“ je nutné v místě trámy lávky spočítat tepelnou vodivost  $\lambda$  jako nehomogenní vrstvu.

Druhou variantou je zvolení místo minerální vaty izolaci z pěnového podlahového polystyrenu EPS S. Způsob pokládání je stejný jako u minerální izolace. Polystyren se pokládá ve dvou slabších vrstvách pro překrytí spár izolačních desek v první vrstvě. Rozkreslení skladby viz příloha **X.-B.** Vzhledem k třídě reakce na oheň pěnového polystyrenu, který se řadí do kategorie „E“, je nutné dodržet požadované vzdálenosti položených desek izolantu od komínových těles (minimálně 50 mm). V těchto mezerách vznikají obrovské tepelné mosty, kterým lze zabránit vložením do těchto mezer izolaci z minerální vaty, která se řadí do kategorie třídy reakce na oheň „A1“.

Pěnový polystyren, ač podlahový, netvoří samostatně podlahovou nášlapnou vrstvu, proto je nutné vytvořit nášlapnou vrstvu z OSB desek, které jsou cenově velmi dostupné a pro tyto účely dostačující. Na polystyren tyto desky položíme na sráz, je však nutné nezapomenout na dilatační spáry kolem nadezdívky o tloušťce alespoň 10 mm. Dále je nutné dodržet vzdálenosti od komínových těles (minimálně 50 mm).

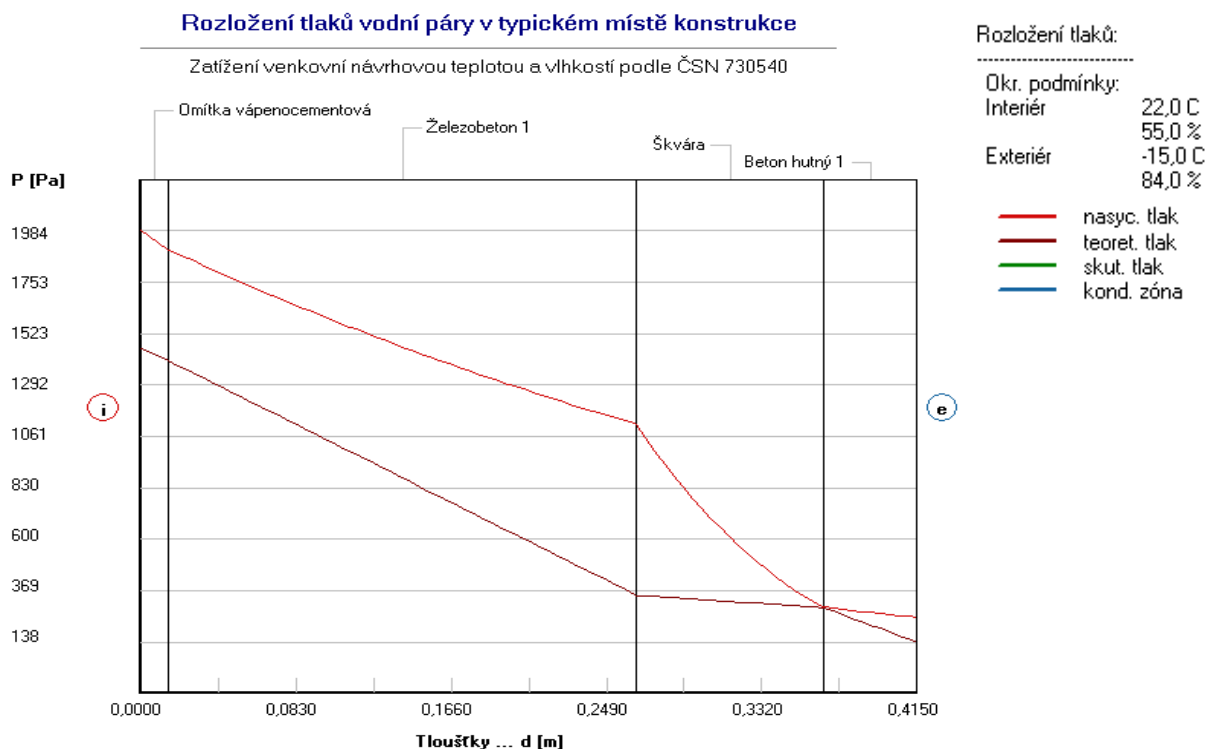
Stávající konstrukce stropu 3.NP.

Provedme nyní tepelně technické zhodnocení stavu stávající stropní konstrukce, které využijeme pro porovnání nově navržených skladeb stropní konstrukce. Okrajové podmínky pro interiér byly opět zvoleny pro obytné budovy, konkrétně pro převažující obývací místnosti. Z výstupních výsledků programu byl zjištěn vypočtený součinitel prostupu tepla  $U=1,248\text{W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor konstrukce  $R=0,601\text{m}^2\text{K/W}$ . Porovnáme-li tuto spočtenou hodnotu součinitele prostupu tepla s požadavky současně platných norem zjistíme, že takto vytvořená skladba stropní konstrukce pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace) je v dnešní době nevyhovující. Z obrázku 58 zobrazující průběh teplot v konstrukci je možné dále vidět povrchovou teplotu  $17,38^\circ\text{C}$  s následujícím lineárním poklesem teploty v místě nosné konstrukce stropu a rapidnějším poklesem v místě škvárového násypu plnící úlohu tepelné izolace.



Obrázek 58: Rozložení teplot ve stávající skladbě stropní konstrukce

Na obrázku 59, jak už víme z předchozích hodnocení, je zobrazeno rozložení tlaků vodní páry. Z hodnocení vyplývá, že při venkovní návrhové teplotě ani při zhodnocení konstrukce během modelového roku nedochází ke kondenzaci vodní páry.



Obrázek 59: Rozložení tlaků vodní páry stávající stropní konstrukce

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 55,0% ; exteriér -15,0°C, 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 0,601 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 1,248 \text{ W/m}^2\text{K}$

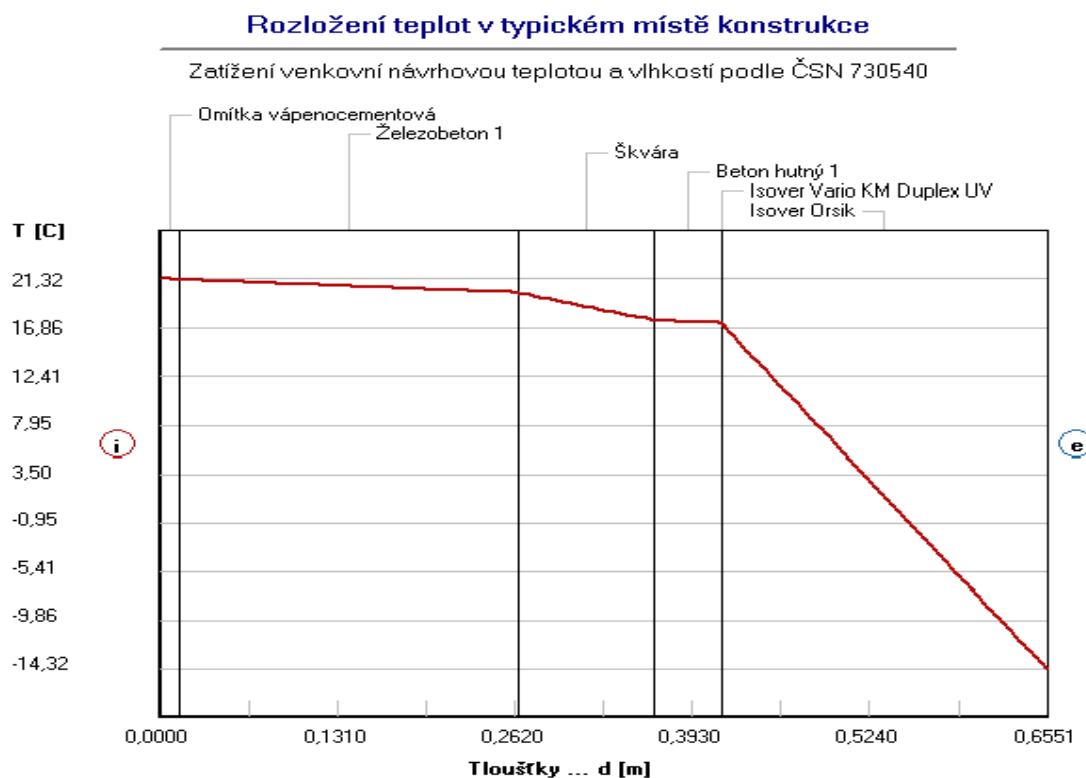
Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

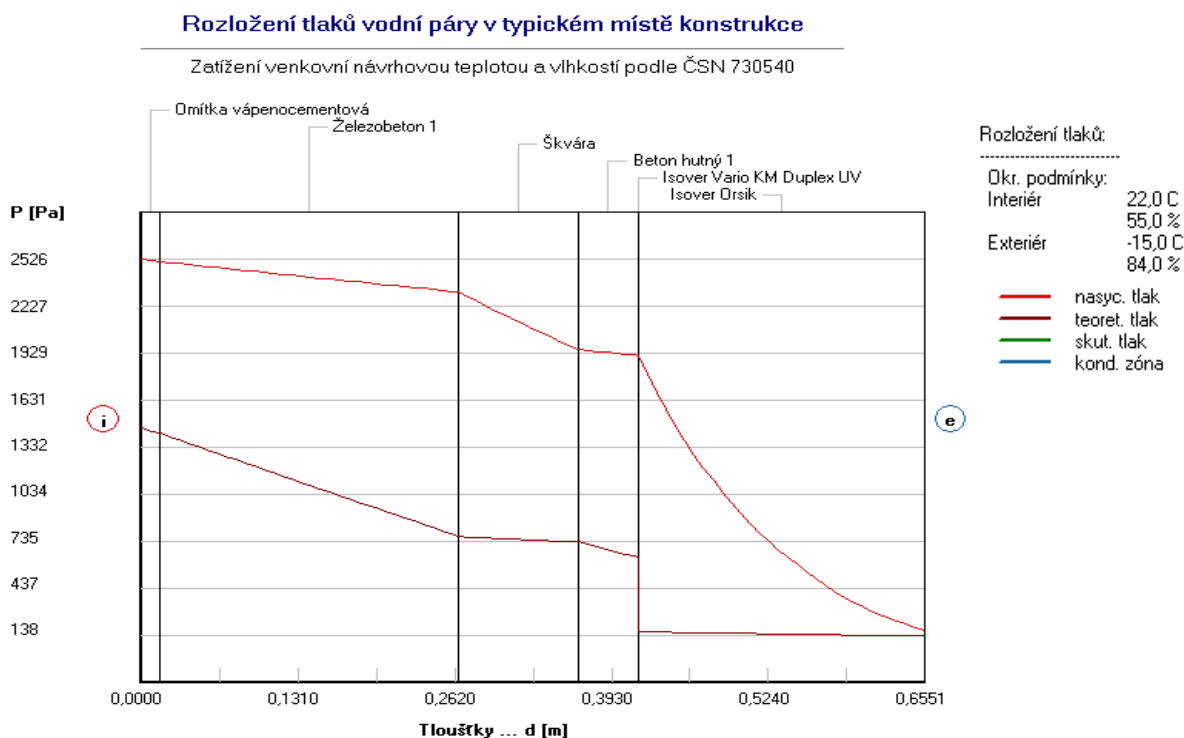
Stávající konstrukce stropu 3.NP. zateplená minerální izolací tloušťky 240 mm

Nyní provedme zhodnocení nově navržené skladby konstrukce zateplené volným položením minerální izolace, které je popisované výše, včetně ilustrujícího obrázku 57 pokládky této izolace. Ve skladbě je navržena parotěsná fólie, viz detail umístěný v příloze. Vrstva tepelné izolace je narušena konstrukcí lávky, která umožňuje přístup například ke komínovým tělesům, proto je tato vrstva spočtena jako nehomogenní. Pole teplot v místě konstrukce lávky je zobrazeno na obrázku 62. Z výstupních výsledků programu byl zjištěn vypočtený součinitel prostupu tepla  $U=0,200\text{W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor konstrukce  $R=4,812\text{m}^2\text{K/W}$ . Porovnáme-li tuto spočtenou hodnotu součinitele prostupu tepla s požadavky současně platných norem zjistíme, že takto vytvořená skladba stropní konstrukce pod nevytápěnou půdou se řadí mezi doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Z obrázku 60 zobrazující průběh teplot v konstrukci vidíme navýšení povrchové teploty na 21,32°C. Pokles teploty v konstrukci je mírný, k velkému snížení dochází až ve vrstvě tepelné izolace.



Obrázek 60: Rozložení teplot ve stávající skladbě stropní konstrukce zateplené minerální vatou

Na obrázku 61, jak už víme z předchozích hodnocení, je zobrazeno rozložení tlaků vodní páry. Z hodnocení vyplývá, že v navrhované skladbě při venkovní návrhové teplotě ani při zhodnocení konstrukce během modelového roku nedochází ke kondenzaci vodní páry.



Obrázek 61: Rozložení tlaků vodní páry stávající stropní konstrukce zateplené minerální vatou

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 55,0% ; exteriér -15,0°C, 84,0%

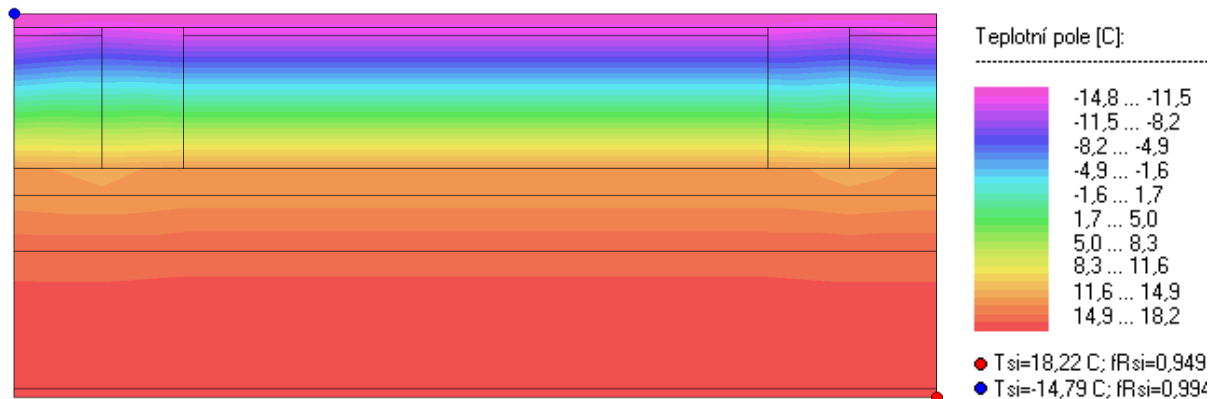
Tepelný odpor konstrukce:  $R = 4,812 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Podle EN ISO 13788

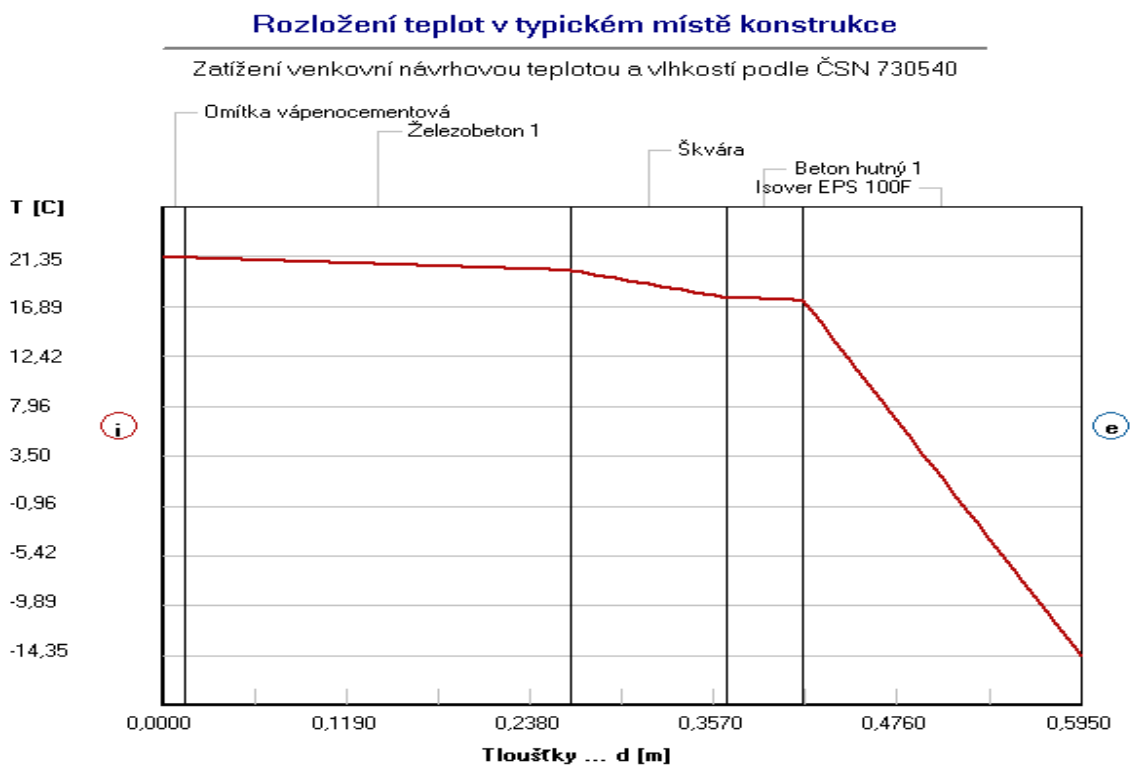
V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.



**Obrázek 62: Průběh teplot v detailu stropní konstrukce zateplené minerální vatou přerušovanou konstrukcí lávky**

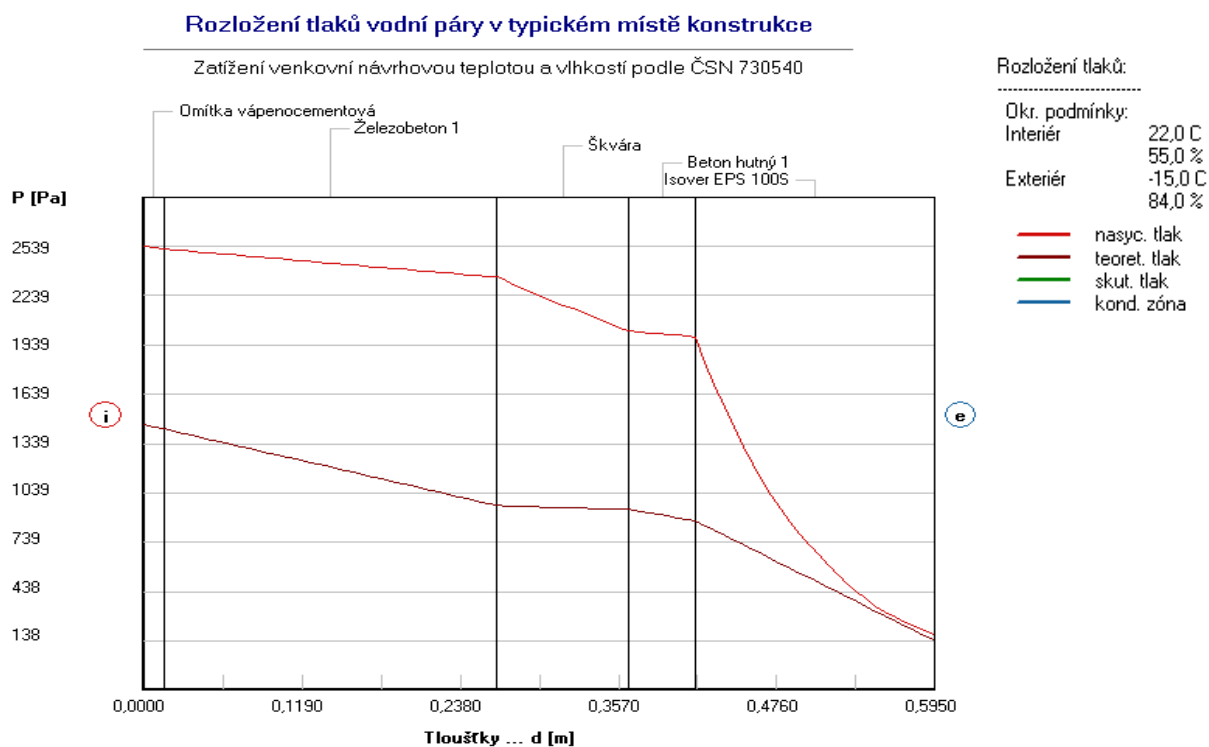
### Stávající konstrukce stropu 3.NP. zateplená podlahovým polystyrenem tloušťky 180 mm

Další možnou variantou skladby stropní konstrukce je provedení tepelné izolace z podlahového pěnového polystyrenu Isover EPS 100S. Tato varianta skladby je již popisována v předešlých odstavcích. Nyní provedeme opět tepelně technické zhodnocení této skladby, čímž získáme výstupy o chování navržené skladby a údaje, které využijeme k porovnání s ostatními navrženými skladbami. Z výsledků programu byl zjištěn vypočtený součinitel prostupu tepla  $U=0,176\text{W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor konstrukce  $R=5,466\text{m}^2\text{K/W}$ . Porovnáme-li opět tuto spočtenou hodnotu součinitele prostupu tepla s požadavky současně platných norem zjistíme, že takto vytvořená skladba stropní konstrukce pod nevytápěnou půdou se řadí mezi doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Z obrázku 63 zobrazující průběh teplot v konstrukci vidíme taktéž navýšení povrchové teploty na 21,35°C. Pokles teploty v konstrukci je též mírný, k velkému snížení dochází až ve vrstvě tepelné izolace, tak jako u skladby s použitím minerální izolace.



Obrázek 63: Rozložení teplot ve stávající stropní konstrukci zateplené pomocí podlahového polystyrenu

Z rozložení tlaků vodní páry na obrázku 64 a z dalších hodnocení vyplývá, že v navrhované skladbě při venkovní návrhové teplotě ani při zhodnocení konstrukce během modelového roku nedochází ke kondenzaci vodní páry.



Obrázek 64: Rozložení tlaků vodní páry stávající stropní konstrukce zateplené podlahovým polystyrenem



*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 55,0% ; exteriér -15,0°C, 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 5,466 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,176 \text{ W/m}^2\text{K}$

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

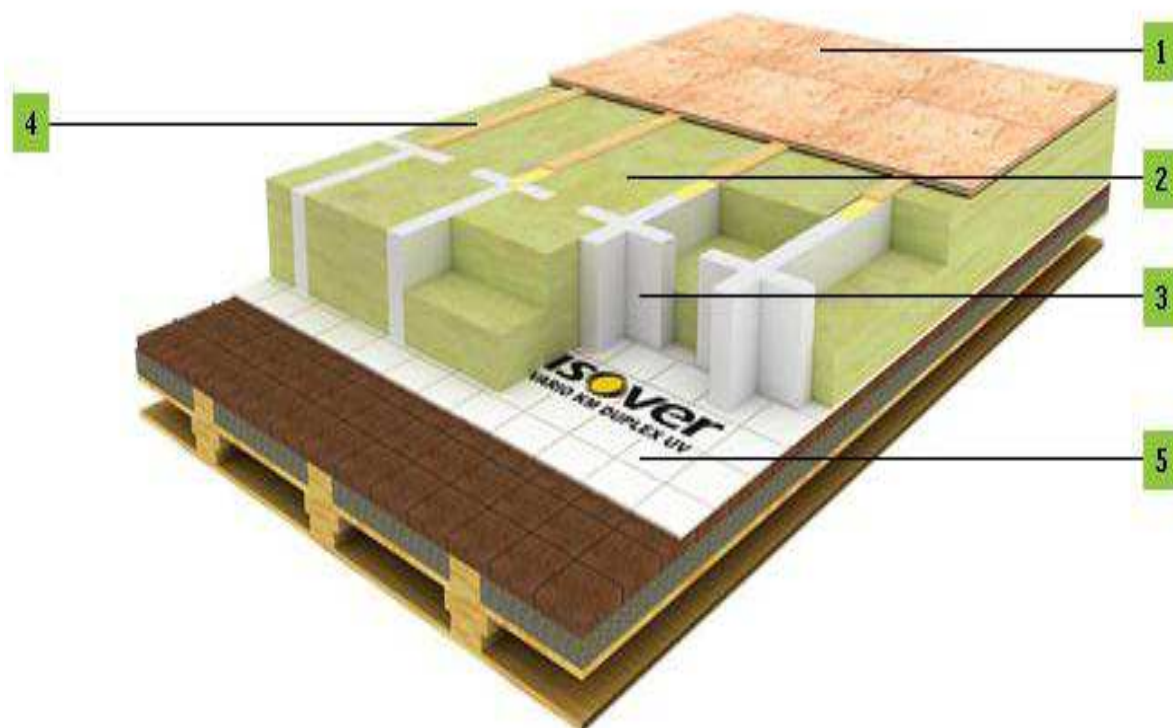
Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

#### 1.4.2 Systém zateplení Isover STEPcross

Tento systém zateplení znázorněný na obrázku 65 předchází tvorbě tepelných mostů a zároveň vytváří pochozí vrstvu podlahy. Je založen na kombinaci minerální vaty a extrudovaného polystyrenu, které tvoří trámce a kříže, mezi které jsou ukládány právě rohože z minerální vaty. Pochozí vrstvu tvoří OSB desky nebo fošny, které se montují přes pomocné prkno do EPS trámců. Zatížení stávající stropní konstrukce tímto způsobem je minimální a zároveň má skvělou únosnost až  $300\text{kg/m}^2$ . Tento způsob zateplení je velice snadný a řadí se mezi difúzně otevřené. [19]

1. Záklop OSB desek 22 mm, případně fošen
2. Výplňová minerální vata formát 600x1200
3. Isover TRAM EPS + kříž EPS
4. Montážní prkno (š. 100 mm)
5. Parozábrana Isover VARIO KM DUPLEX UV



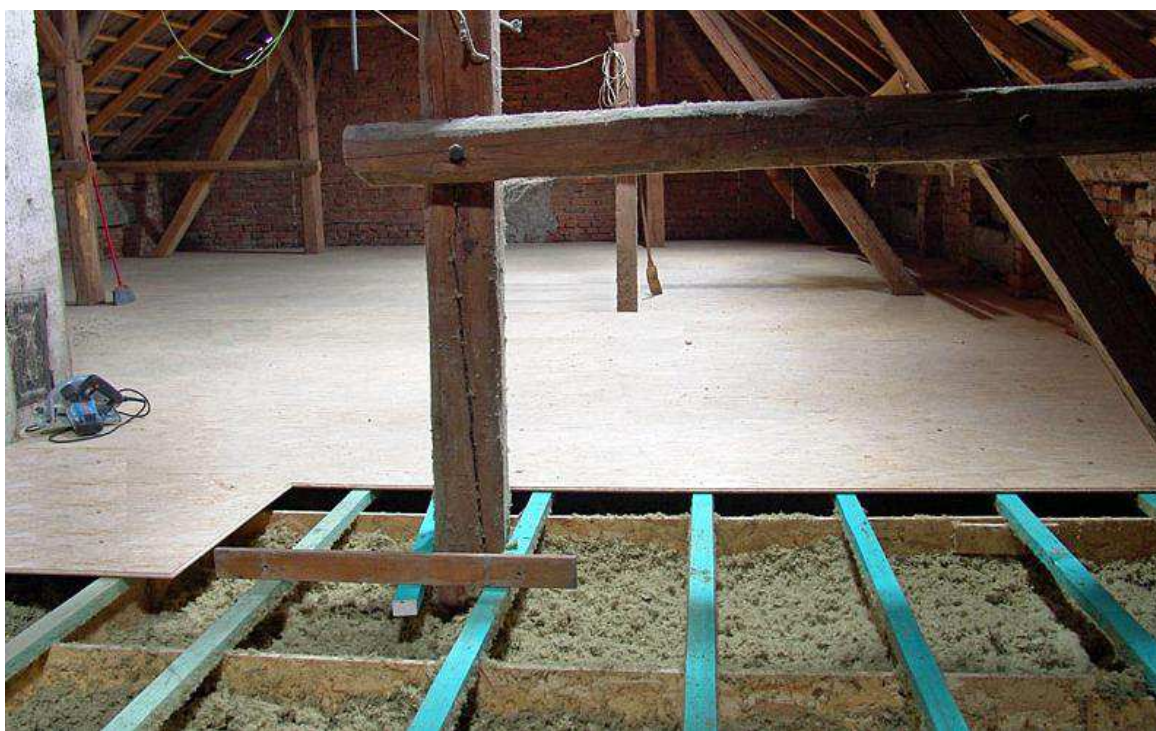
Obrázek 65: Systém zateplení půdy Isover STEPcross



### 1.4.3 Zateplení foukanou izolací do bednění

Tato metoda zateplení zobrazena na obrázku 66 je založena na foukání minerálních vláken do předem vytvořeného bednění. Bednění tvoří rošt z OSB desek, na kterém je možno vytvořit pochozí vrstvu což je nespornou výhodou. Další výhodou tohoto systému oproti předchozím metodám je nevznikání odpadů a zbytků. Díky technologii foukání minerálních vláken se izolace dopraví i do nepřístupných míst a detailů, čímž se vytvoří celistvá izolační vrstva zabraňující tepelným mostům. Tato minerální izolace, na rozdíl od jiných foukaných izolací nejčastěji na bázi vláken z papíru, nesléhává ani v oblastech velkých otřesů (například u frekventovaných silnic či letišť). Dalšími výhodami je trvanlivost, odolnost proti vodě, hlodavcům a třída reakce na oheň A1. Tloušťka izolační vrstvy není omezená. Naopak nevýhodou tohoto způsobu zateplení oproti jiným foukaným izolacím na bázi papírových vláken je vyšší cena. [20]

V případě, že by skladbu stropu v námi řešeném objektu tvořil trámový strop, bylo by vhodné tento způsob zateplení využít. Foukaná izolace důkladně vyplní celý prostor mezi trámy a vytvoří tepelně izolační vrstvu. Vzhledem k tomu, že tepelná izolace je přerušována dřevěnými stropními trámy je nutné v případě výpočtu součinitele prostupu tepla „U“ počítat jako nehomogenní vrstvu. Kdybychom chtěli nahradit foukanou minerální izolaci minerální izolací z rohoží, nebylo by možné takto vyplnit veškeré dutiny.



Obrázek 66: Zateplení stropní konstrukce foukanou izolací do bednění [20]

Abychom mohli zhodnotit a porovnat součinitel prostupu tepla skladby s různými tepelnými izolacemi a jejich tloušťkami, vytvořili jsme tabulky, ve kterých lze nalézt tepelné izolace posuzované ve skladbě stropní konstrukce. V tabulce 13 jsou charakteristiky jednotlivých izolací a následně v tabulce 14 jsou spočteny součinitele prostupu tepla v závislosti na měnící se tloušťce izolantu.

Posuzovaná skladba konstrukce stropu 3.NP:

- Prostor půdy
- Ochranná fólie proti prachu
- Tepelný izolant
- Parotěsná fólie Isover Vario KM Duplex UV
- Betonová mazanina tloušťky 50 mm
- Škvárový násyp tloušťky 100 mm
- Stropní konstrukce ze škvárobetonových tvárnic ukládaných do betonových trámečků tloušťky 250 mm
- Omítka vápenocementová tloušťky 15 mm
- Interiér 3.NP

Druhy tepelných izolantů posuzované ve skladbě stropní konstrukce 3.NP:

1. Minerální vata ISOVER ORSIK
2. Pěnový polystyren ISOVER EPS 100 S
3. Konopná izolace
4. Dřevovláknitá izolace STEICO Therm
5. Foukaná izolace – celulóza ISOCELL
6. Foukaná izolace – minerální izolace CLIMASTONE S

Tepel. izolant	Tloušťka [mm]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/mK]	Objem. hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor difúzního odporu	Reakce na oheň	Materiál na bázi	Orientač. cena bez DPH [Kč/m <sup>2</sup> ]
1	200	0,038	15-35	1	A1	Minerální vlákna – čedičová	280,00,-
2	200	0,037	18-23	30-70	E	EPS - expandovaný polystyren	488,00,-
3	200	0,04	35	1-2	B2	Konopná vlákna	535,00,-
4	160	0,04	160	5	E	Dřevovláknitá	684,11,-
5	100	0,04	28-40	1	B2	Recyklovaný novinový papír	192,00,-
6	200	0,037	70	1	A1	Minerální vlákna	278,00,-

Tabulka 13: Charakteristika tepelných izolací posuzované ve skladbě stropní konstrukce

Tepel. izolant	Součinitel prostupu tepla $U_N$ ( $W/m^2K$ ) při zateplení tepel. Izolantem tl. (mm)										
	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
1	0,291	0,253	0,223	0,200	0,181	0,165	0,152	0,141	0,131	0,122	0,115
2	0,285	0,247	0,218	0,195	0,176	0,161	0,148	0,137	0,128	0,119	0,112
3	0,303	0,263	0,232	0,208	0,189	0,172	0,159	0,147	0,137	0,128	0,12
4	0,303	0,263	0,232	0,208	0,189	0,172	0,159	0,147	0,137	0,128	0,12
5	0,303	0,263	0,232	0,208	0,189	0,172	0,159	0,147	0,137	0,128	0,12
6	0,309	0,268	0,237	0,213	0,193	0,176	0,162	0,150	0,140	0,131	0,123

Tabulka 14: Součinitel prostupu tepla ve skladbě stropní konstrukce dle tloušťky tepelného izolantu

Součinitele prostupu tepla v tabulce byly počítány jako homogenní vrstvy. V případě, že by souvrství například tepelné izolace narušoval materiál jiného charakteru, (například nosný trám pochozí lávky dle schématu konstrukce lávky), je nutné spočítat součinitel tepelné vodivosti „ $\lambda$ “ jako nehomogenní vrstvu. Porovnáme-li součinitel prostupu tepla minerální vaty tloušťky 240 mm spočítaný v tabulce jako homogenní vrstvu s výsledkem součinitele prostupu tepla spočítaného jako nehomogenní vrstvu (započítané nosné trámy lávky) zjistíme, že výsledný rozdíl je značný.

#### 1.4.4 Zateplení umístěním izolantu mezi krokve a pod krokvemi

Izolant umístěný mezi krokvemi a pod krokvemi se řadí mezi nejrozšířenější způsob zateplení v České republice, hlavně v případech, jedná-li se o dodatečnou rekonstrukci půdního prostoru na podkrovní obytné pokoje nebo na nebytové prostory.

Skladba izolačního izolantu se obvykle skládá ze dvou vrstev. První vrstva je shodná s výškou krokví, druhá vrstva se umísťuje již pod krokve v tloušťce izolantu, aby celková tloušťka odpovídala požadovanému tepelnému odporu skladby střechy. Pro tento způsob zateplení lze využít mnoha materiálů, které se vyskytují na českém trhu. Nejčastěji používané jsou izolace z minerálních vláken, expandovaný či extrudovaný polystyren, alternativní materiály jako je například konopná izolace, tzv. „chytrá pěna“, reflexní izolace (Lupotherm) a jiné. Dále lze aplikovat izolaci zhotovované na místě. Pod tímto způsobem si představme proces, kdy je materiál foukán do dutin skladby střešního pláště nebo do předem zhotoveného bednění. Mezi běžné materiály pro foukanou izolaci se řadí přírodní materiály na bázi celulózy, minerální vlny, polystyrénu a dřevěných vláken. Dalším způsobem jsou izolace stříkané obvykle na bázi PUR pěny, která se vyznačuje velkou přilnavostí na stříkaný povrch.

Ve všech případech zateplení je nutné provést ve skladbě střešní konstrukce parotěsnou izolaci, a to co nejbližší k interiéru. Při výpočtu součinitele prostupu tepla této skladby „ $U$ “ musíme součinitel tepelné vodivosti „ $\lambda$ “ tepelného izolantu spočítat jako nehomogenní vrstvu. Takto je nutné postupovat z důvodu nemožného vytvoření souvislé izolační vrstvy umístěnou mezi krokvemi.

Pro lepší pochopení umístění tepelného izolantu a pro inspiraci je na obrázku 67 znázorněna skladba společnosti Rockwool s popisem jednotlivých částí skladby. [21] Dále je v přílohách práce přiložen detail (označení **XI.-A**), jakožto další z možných skladeb zateplení střešního pláště.



Obrázek 67: Umístění tepelné izolace v konstrukci střechy mezi a pod krokvi dle řešení ROCKWOOL [21]

- |   |   |
|---|---|
| 1. Pojistná hydroizolace – difúzně otevřená | 5. Druhá vrstva izolace v deskách či rolích |
| 2. Krokve                                   | 6. Parozábrana                              |
| 3. První vrstva izolace v deskách či rolích | 7. Závěsy a SDK profily                     |
| 4. Dřevěný pomocný rošt                     | 8. Třetí vrstva izolace                     |
|   | 9. Sádrokartonový obklad                    |

### Úskali sesednutí tepelné izolace

Sesedávání tepelného izolantu je velice důležitým faktorem při výběru izolace. V případě, že by sesedání bylo velké, došlo by k výrazným tepelným mostům a nefunkčnosti celé skladby střešního pláště. Proto věnujme vždy při výběru izolačního materiálu velkou pozornost. Skelná vlna ve formě rolí či desek nesedává, zatímco foukaná minerální izolace může mírně sesedat, maximálně však o 2 procenta. V případě celulózové izolace je sesedání časté a to až o 20 procent. Je proto nutné údaje o „minimální tloušťce po sesednutí“ s údaji o „instalované tloušťce“, což jsou hodnoty, které podle nařízení FTC musí výrobci uvádět na obalech svých produktů, kontrolovat. V případě celulózy je možné nafoukat o 20 procent izolačního materiálu více. [22]



Úskalí úbytku vnitřního prostoru

Značnou nevýhodou je úbytek prostoru půdy, což má za následek při vytváření podkrovních pokojů menší užitnou plochu. Dále dojde k zakrytí konstrukce krovu, která by mohla být významným architektonickým zpestřením interiérů případných pokojů.

Pro zhodnocení a porovnání součinitele prostupu tepla skladby s různými tepelnými izolacemi a jejich tloušťkami, jsou opět vytvořeny tabulky, ve kterých lze nalézt tepelné izolace posuzované ve skladbě střešní konstrukce s tepelnou izolací umístěnou mezi a pod krokvemi. Vrstva tepelné izolace umístěna mezi krokvemi je spočtena jako nehomogenní vrstva narušena dřevěnými krokvemi o osově rozteči 1000 mm. V tabulce 15 jsou charakteristiky jednotlivých izolací a následně v tabulce 16 jsou spočteny součinitele prostupu tepla v závislosti na měnící se tloušťce izolantu.

Druhy tepelných izolantů posuzované ve skladbě střešní konstrukce 3.NP:

1. Minerální vata ISOVER ORSIK
2. Konopná izolace
3. Foukaná izolace – celulóza ISOCELL
4. Foukaná izolace – minerální izolace CLIMASTONE S

Tepel. izolant	Tloušťka [mm]	Rozměry desky [mm]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/mK]	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor difúzního odporu	Reakce na oheň	Materiál na bázi	Orientační cena bez DPH [Kč]
1	200	1200x600	0,038	15-35	1	A1	Minerální vlákna – čedičová	280,00,-
2	200	1200x600	0,04	35	1-2	B2	Konopná vlákna	535,00,-
3	100	1000x1000	0,04	28-40	1	B2	Recyklovaný novinový papír	192,00,-
4	200	1000x1000	0,037	70	1	A1	Minerální vlákna	278,00,-

Tabulka 15: Charakteristika vlastností tepelných izolací posuzované ve skladbě střešní konstrukce

Tepel. izolant	Součinitel prostupu tepla $U_N$ (W/m <sup>2</sup> K) při zateplení tepel. Izolantem tl. (mm)							
	160	180	200	220	240	260	280	300
1	0,299	0,258	0,227	0,203	0,181	0,167	0,154	0,142
2	0,310	0,268	0,237	0,212	0,191	0,175	0,161	0,149
3	0,310	0,268	0,237	0,212	0,191	0,175	0,161	0,149
4	0,293	0,253	0,223	0,199	0,179	0,164	0,150	0,139

Tabulka 16: Součinitel prostupu tepla ve skladbě střešní konstrukce dle tloušťky tepelného izolantu

### 1.4.5 Zateplení umístěním izolantu nad krokviemi

Nadkroevní izolace tvoří celistvou izolační vrstvu, která překrývá obtížně přístupná místa z půdního prostoru či složité detaily, čímž dojde k dokonalému zateplení (například střešní prostupy, úzké šikmé prostory a spoje různých trámů). V případě zateplení z půdního prostoru mezi krokve a pod krokviemi může být velice obtížné v těchto prostorech a detailech vytvořit důkladné zateplení.

Mezi nejpoužívanějšími materiály pro nadkroevní zateplení se řadí PIR a PUR desky, dále minerální izolace z kamenných vláken (např. Isover TRAM MW) a pěnový polystyren (např. Isover TRAM EPS). V případě vkládání izolace mezi krokve a pod krokve dochází po letech k jejímu sesedání, což má za následek vytváření mezer a tepelných mostů. Čím kvalitnější materiál použijeme, tím větší tvarová stálost. K objemovým změnám ovšem dochází vždy. U nadkroevního zateplení se tohoto fyzikálního jevu obávat nemusíme v případě, že je tepelný izolant spojován systémem pero drážka.

Nespornou výhodou tohoto způsobu zateplení je maximální využití prostoru půdy, který se může využít ke stavbě podkrovních místností. V případě zateplení střešní konstrukce mezi krokviemi a pod krokviemi dochází k zmenšování půdního prostoru, který v případě výstavby podkrovních místností je velmi vzácný. Další výhodou je zachování viditelnosti dřevěné střešní konstrukce. V případě přiznání této konstrukce v podkrovních místnostech lze vytvořit výrazný architektonický prvek. Provádí-li se toto zateplení v již postaveném objektu, je nutná demontáž krytiny, což je značnou nevýhodou. Při zateplování novostavby, je montáž zateplovacího systému jednoduchá. Tepelná izolace vytváří na rozdíl od tepelné izolace mezi krokviemi homogenní vrstvu.

Pro lepší pochopení umístění tepelného izolantu a pro inspiraci je opět na obrázku 68 znázorněna skladba společnosti Rockwool s popisem jednotlivých částí skladby. [21] Dále je opět v přílohách práce přiložen detail (označení **XI.-B**), jakožto další z možných skladeb zateplení střešního pláště.



Obrázek 68: Umístění tepelné izolace v konstrukci střechy nad krokviemi dle řešení ROCKWOOL [21]

- |                      |   |
|----------------------|---|
| 1. Krokve            | 6. Tepelná izolace                        |
| 2. Bednění           | 7. Pojistná hydroizolace difúzně otevřená |
| 3. Parotěsnicí fólie | 8. Kontralatě podél krokví                |
| 4. Kovový držák      | 9. Střešní krytina na latích              |
| 5. Pomocné krokve    |   |

I pro tuto skladbu, kdy je tepelná izolace umístěna nad krokviemi, jsou pro zhodnocení a porovnání součinitel prostupu tepla skladby s různými teplenými izolacemi a jejich tloušťkami vytvořeny tabulky, ve kterých lze nalézt tepelné izolace posuzované ve skladbě střešní konstrukce. V tabulce 17 jsou charakteristiky jednotlivých izolací a následně v tabulce 18 jsou spočteny součinitele prostupu tepla v závislosti na měnící se tloušťce izolantu.

#### Druhy tepelných izolací posuzované ve skladbě střechy:

1. PIR izolační desky
2. PUR panel Kingspan KS 1000 RT
3. Isover TRAM EPS
4. Isover TRAM MW

Tepel. izolant	Tloušťka [mm]	Rozměry desky [mm]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/mK]	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor difúzního odporu	Reakce na oheň	Orientační cena bez DPH [Kč/m <sup>2</sup> ]
1	100	2400x1200	0,022	30-100	60	E	462,00,-
2			0,022	30-100	30-100	E	
3	240	1000x100	0,034	18-23	30-70	E	67,00,-
4	240	1000x100	0,044	16-35	5	A1	233,53,-

Tabulka 17: Charakteristika vlastností tepelných izolací umístěné nad krokvemi posuzované ve skladbě střešní konstrukce

Tepel. izolant	Součinitel prostupu tepla $U_N$ (W/m <sup>2</sup> K) při zateplení tepel. izolantem tl. (mm)										
	80	100	120	140	160	200	220	240	260	280	300
1	0,257	0,208	0,175	0,151	0,133						
2		0,226			0,141						
3					0,207	0,167		0,141		0,121	0,113
4						0,208	0,190	0,175	0,162	0,151	

Tabulka 18: Součinitel prostupu tepla ve skladbě střešní konstrukce dle tloušťky tepelného izolantu umístěné nad krokvemi

#### 1.4.6 Zhodnocení a konečná volba varianty zateplení půdního prostoru bytového domu

Představili jsme si několik možných variant, které nám mohou napomoci k zateplení stropní konstrukce nebo střešního pláště (dle výběru varianty). Nyní je na místě vybrat vhodnou variantu, jejíž náklady na realizaci budou úměrné výsledku, kterého chceme dosáhnout, tedy energetických úspor.

Zamysleme se tedy nad variantami zateplení střešního pláště. V případě volby této varianty máme dvě možnosti pro umístění tepelného izolantu. Rozhodneme-li se pro umístění tepelné izolace nad krokvemi, neobejdeme se bez demontáže střešní krytiny, čímž by náklady na realizaci značně navýšily. Druhou variantou je umístění tepelné izolace mezi krokve a pod krokve. Jak už bylo několikrát zmíněno v předchozích kapitolách, tepelnou izolací mezi krokvemi by vznikla nehomogenní vrstva narušená krokvemi, což má za následek navýšení tloušťky tepelné izolace pro dosažení lepších hodnot součinitele prostupu tepla „U“. Situaci ovšem značně komplikuje fakt chybějící pojistné fólie pod střešní krytinou. Tato fólie je v případě volby této varianty nezbytná a pro její doplnění by bylo nutné opět zvážit demontáž střešní krytiny a navýšení nákladů. Nejdůležitějším rozhodujícím faktem při volbě varianty jsou podkrovní místnosti, které se ve stávajícím objektu nenachází a ani se s jejich výstavbou do budoucna nepočítá. To nás směřuje k jasnému závěru, že zateplení střešního pláště není vhodnou variantou z hlediska nákladnosti a navýšení vytápěných nevyužívaných prostorů.

Další způsobem se nám nabízí zateplení stropní konstrukce 3.NP. Popsali jsme si několik variant. Volné položení minerálních rohoží je nejspíše nejlevnější variantou jak dosáhnout velkých energetických úspor, bohužel takto nevytvoříme pochozí vrstvu. Pochozí vrstva je nezbytným kritériem při zvolení konečné varianty, jelikož je nutné zachování přístupu ke komínovým tělesům. Museli bychom vytvořit lávku například dle nákresu umístěného v příloze. Při realizaci lávky by opět vznikla nehomogenní vrstva tepelné izolace. Kdybychom nahradili izolaci z minerálních rohoží za podlahový polystyren, bylo by



vytvoření pochozí vrstvy v celé ploše půdy mnohem jednodušší, ale vzhledem k vlastnostem pěnového polystyrenu, především difúzního odporu od této varianty odstoupíme.

Dalšími variantami popisovanými v předchozích kapitolách, je vytvoření tepelného izolantu foukanou minerální izolací do bednění, které zároveň tvoří nosnou konstrukci pro pochozí vrstvu nejlépe z OSB desek. Dále pak systémové zateplení Isover STEPcross. Obě tyto varianty jsou pro námi řešený objekt vhodné a vyvyšují se svým provedením a vlastnostmi nad ostatními. Nicméně je nutné zvolit konečnou variantu, která bude použita pro zateplení stropní konstrukce, ač rozhodujícími fakty budou jen malé nedostatky. Systém STEPcross je plně v systémovém provedení a samostatná montáž je velice snadná a časově nenáročná. V případě vytváření bednění pro foukanou tepelnou izolaci je potřeba více zručnosti, nehledě na větší časovou náročnost.

Konečnou variantou je tedy zvoleno systémové zateplení Isover STEPcross. Pro námi řešený objekt je dostačující a navíc se v půdním prostoru nevyskytují žádné nepřístupné prostory, které bychom tímto způsobem nedokázali zateplit. Konečnou výšku izolace stanovíme dle následující tabulky 19, kde jsou spočteny součinitele prostupu tepla dle tloušťky izolantu. Izolační vrstva je spočtena jako nehomogenní.

Tl. izolantu	160	200	240	280	300
$U [W/m^2K]$	0,200	0,165	0,141	0,122	0,115

Tabulka 19: Součinitel prostupu tepla systém Isover STEPcross dle tloušťky tepelné izolace

Vzhledem k požadavkům na součinitel prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v interiéru 18°C až 22°C, které pro námi posuzovaný strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace) jsou uvedeny v tabulce 20 níže, navrhuji tloušťku tepelného izolantu 300 mm.

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	0,30 $W/m^2K$
Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	0,20 $W/m^2K$
Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$	0,15 – 0,10 $W/m^2K$

Tabulka 20: Tabulka součinitelů prostupu tepla stropní konstrukce pod nevytápěnou půdou dle ČSN EN 73 0540

#### Navržená skladba konstrukce stopu 3.NP:

- Prostor půdy
- Ochranná fólie proti prachu
- Tepelná izolace Isover STEPcross tloušťky 300 mm
- Parotěsná fólie Isover Vario KM Duplex UV
- Betonová mazanina tloušťky 50 mm
- Škvárový násyp tloušťky 100 mm
- Stropní konstrukce ze škvárobetonových tvárnic ukládaných do betonových trámečku tloušťky 250 mm
- Omítka vápenocementová tloušťky 15 mm
- Interiér 3.NP

### 1.4.7 Úskalí při zateplení stropní konstrukce řešeného bytového domu

#### Zateplení nadezdívky a římsy

Stávající detail římsy je dalším choulostivým místem námi řešeného objektu, která svou konstrukcí vytváří tepelný most. Stávající detail je přiložen v příloze práce. Teplotní pole ve stávajícím stavu detailu je zobrazen na obrázku 69. Povšimněme si velice nízké povrchové teploty 5,85°C v rohu místnosti označené červeným bodem. Tato teplota je velmi nízká, proto je nutné navrhnout zateplení tohoto detailu a omezit tepelné ztráty.

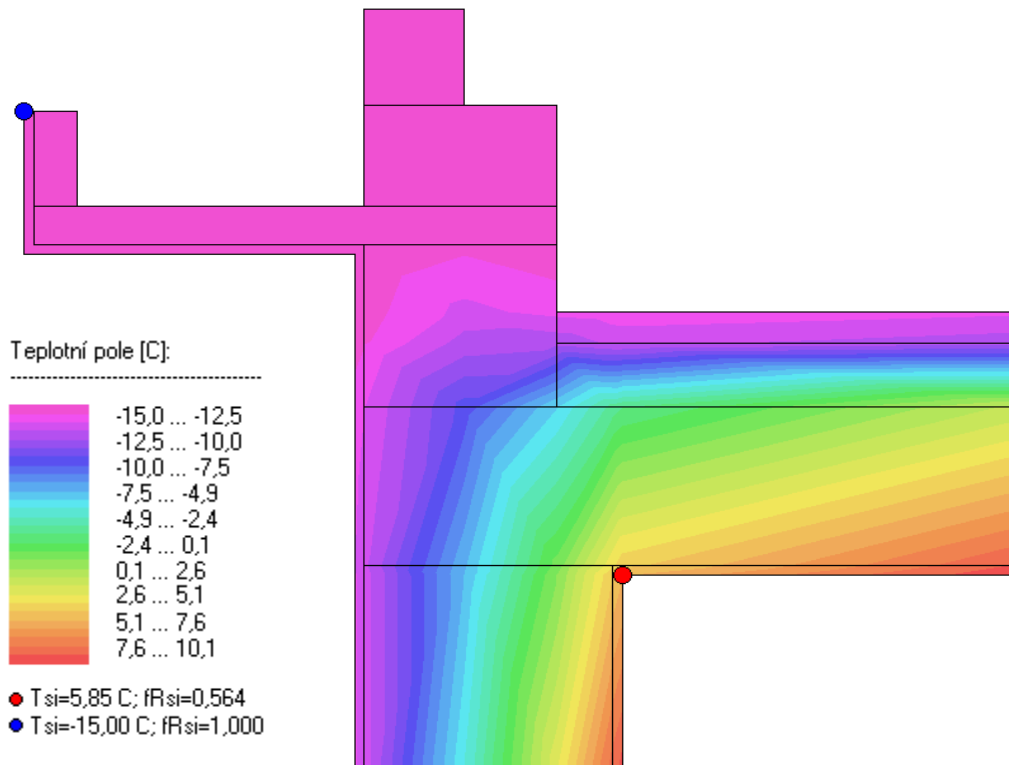
Jedním z možných řešení, též zobrazené v detailu umístěného v příloze, je ubourání železobetonové konzoly, čímž detail zjednodušíme. To přinese jednodušší a celistvý způsob zateplení z vnější strany obvodové stěny. Dále je nutné provést zateplení oblasti pozednice a nadezdívky. Následuje provedení zateplení podlahové konstrukce půdy pomocí systému Isover STEPcross, který jsme zvolili a popisovali v předchozích odstavcích. Podbití krovu je navrženo pomocí OSB desek, na které bude provedeno natažení omítky. V případě, že by bylo podbití provedeno z dřevěných palubek, bylo by nutné obnovovat ochranný nátěr, což by bylo vzhledem k výškovému rozdílu podbití krovu a terénu obtížné. Takto provedený detail je celistvě zateplený, zabraňující obrovskému úniku tepla a způsobuje navýšení teplot v konstrukci, což můžeme vidět na obrázku 70. Povrchová teplota v rohu místnosti se zateplením navýšila na 15,99°C, což napomůže k zlepšení vnitřních klimatických podmínek a tepelné pohodě člověka.

Druhým možným způsobem je ponechání detailu ve stávajícím stavu bez ubourání železobetonové konzoly, detail je zobrazen v příloze práce. V takovémto případě je nutné provést zateplení i této konzoly. Je nutné opět neopomenout na estetickou stránku budovy. Zateplení konzoly je navrženo provést ze spodní a horní části konzoly. Čelo konzoly není možné z důvodu nedostatečného přesahu krokví a předsazení podokapního žlabu zateplit. Dále pokračujeme jako v předešlém popisovaném detailu. Jedná se o zateplení nadezdívky a pozednice a nesmíme opomenout na zateplení podlahy půdy. Obrázek teplotního pole je opět zobrazen na obrázku 71. Povrchová teplota v rohu místnosti je spočtena 15°C.

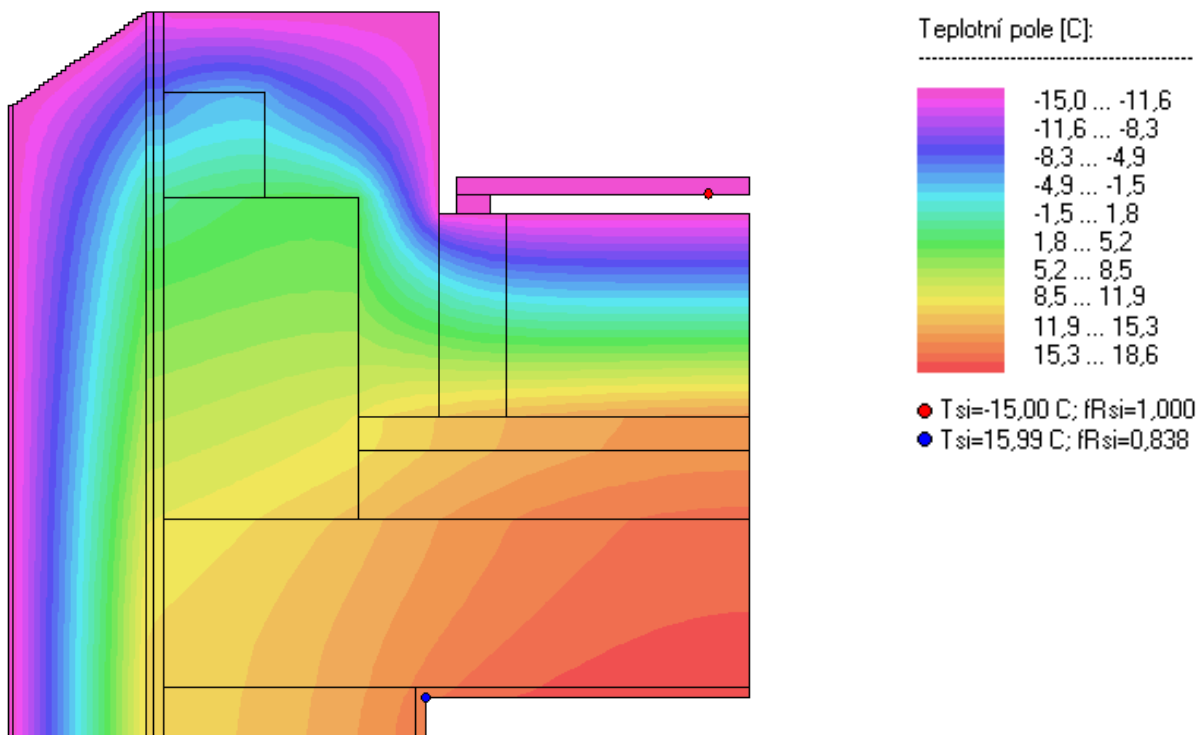
Také by bylo možné použít na zateplení oblasti pozednice a nadezdívky tepelnou izolaci s lepšími tepelně-izolačními schopnostmi, například tepelné izolace společnosti Kingspan nazývané Kooltherm. Tyto izolace se pyšní nízkým součinitelem tepelné vodivosti  $\lambda$  0,022W/mK, který je od minerální tepelné izolace téměř dvakrát menší. Ovšem cena těchto produktů je oproti minerálním izolacím, například společností Isover, šestkrát vyšší. Cena tepelné izolace Kooltherm tl. 100 mm je 855 Kč/m<sup>2</sup> bez DPH a minerální vaty stejné tloušťky 140 Kč/m<sup>2</sup> bez DPH. Vzhledem k cenám produktů je vhodnější využít pro zateplení pouze minerální vaty.

Vzhledem k pracnosti a obtížnému přístupu z vrchní strany k železobetonové konzole shledávám její ubourání a provedení celistvé izolační vrstvy za více přínosné řešení.

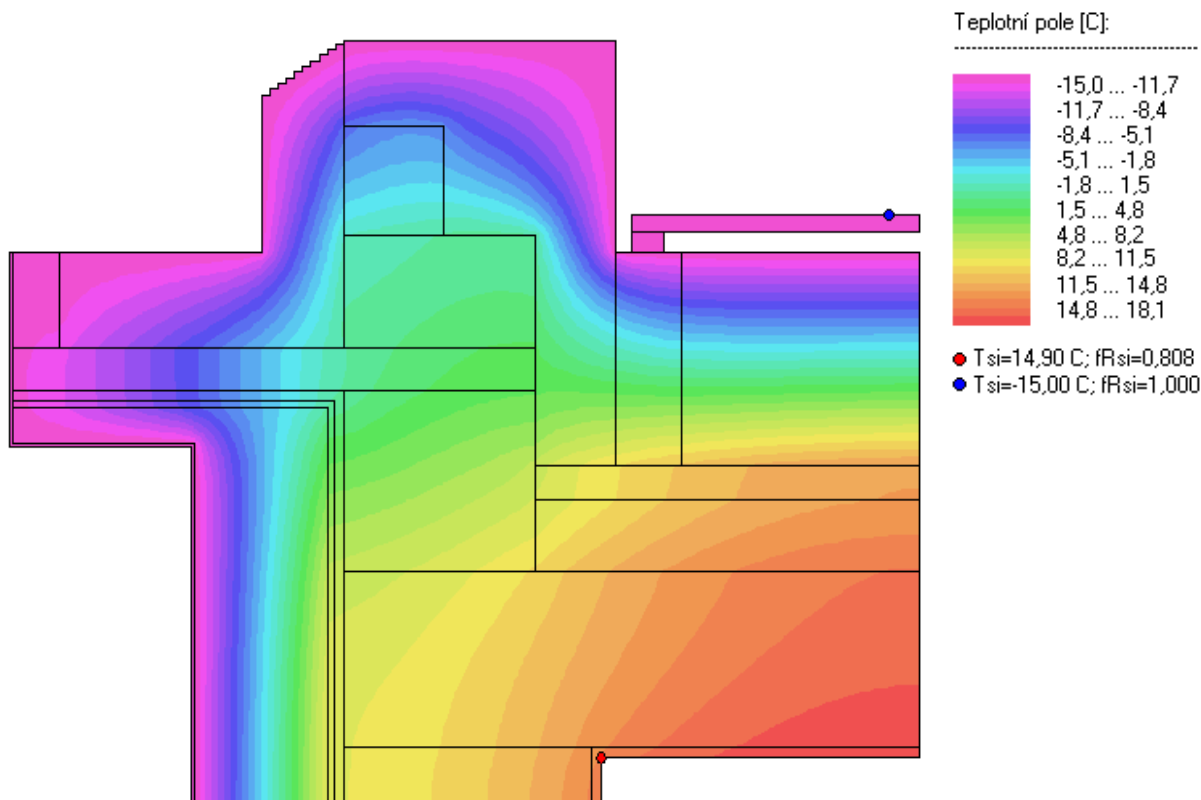
Všechny tři detaily římsy jsou rozkresleny v detailech, které jsou součástí přílohy této práce pod označením **XII**.



Obrázek 69: Průběh teplot v detailu stávajícího stavu římsy



Obrázek 70: Průběh teplot v detailu římsy s ubouranou konzolou



Obrázek 71: Průběh teplot v detailu římsy s konzolou

### Nehomogenní vrstva tepelné izolace v místě krokví

V případě, že bychom zvolili zateplení půdy umístěním tepelné izolace ve střešní konstrukci, konkrétně mezi krokve a pod krokve, tvořila by tepelná izolace nehomogenní vrstvu narušenou konstrukcí krokví. Tento problém je již popisován v kapitole „Zateplení umístěním izolantu mezi krokve a pod krokve“. Pro lepší pochopení a znázornění jak nám krokve ovlivní součinitel prostupu tepla, pojďme se tímto problémem zabírat.

Jak už jsme si pověděli, nehomogenní vrstva znamená narušení souvislé vrstvy, například tepelné izolace, jinou konstrukci s jinými vlastnostmi především rozdílným součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$ . Pro lepší vysvětlení problému jsou vytvořeny následující dvě tabulky. V první tabulce 21 můžeme vidět měnící se součinitel prostupu tepla při vrstvě tepelné izolace tloušťky 150 mm nenarušené jinou konstrukcí (homogenní vrstva) a poté narušené konstrukcí krokví o rozměrech 100x150 mm o roztečích 600 mm až 1400 mm.

V druhé 22 tabulce můžeme vidět ovlivnění rozestupu krokví naší navržené skladby zobrazeného v detailu v příloze. Okrajové podmínky pro obě tabulky byly navrženy pro exteriér  $-15^{\circ}\text{C}$ ; 84% a pro interiér  $22^{\circ}\text{C}$ ; 55%. Z tabulek je zřejmé, že čím menší rozteč krokví je, tím je součinitel prostupu tepla skladby vyšší.

Rozteč krokví (mm)	0	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
U (W/m <sup>2</sup> K)	0,245	0,379	0,361	0,349	0,337	0,325	0,318	0,312	0,306	0,300

Tabulka 21: Tabulka porovnání součinitelů prostupu tepla s měnící se roztečí krokví v tloušťce tepelné izolace 150 mm

Rozteč krokví (mm)	0	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
U (W/m <sup>2</sup> K)	0,153	0,197	0,192	0,189	0,185	0,181	0,179	0,177	0,175	0,173

Tabulka 22: Tabulka porovnání součinitelů prostupu tepla s měnící se roztečí krokví v navržené skladbě, tloušťka tepelné izolace 240 mm

### Zateplení komínového tělesa

Umístění tepelné izolace u komínového tělesa je další z částí, nad kterou je nutné se zamyslet. Převažující část komínů již není využívána a tvoří tepelný most. Komín je ochlazován, čímž pomocí vedení ochlazuje konstrukce a především stropní konstrukci příčky 3.NP., kterými komínové těleso prochází. Nižší podlaží nejsou tímto tepelným mostem už ovlivňována v takovéto míře. Ve vytápěných bytech 3.NP. dochází pomocí vedení a proudění k výraznému navýšení teplot komínových těles. Možným řešením, jak zmírnit tento tepelný most, je vytažení tepelné izolace podlahové konstrukce půdy až pod vymetací otvor tělesa. V případě, že bychom chtěli tento tepelný most zcela vyrušit, nabízela by se možnost ubourání těchto těles na úroveň stropní konstrukce 3.NP. nebo provést zateplení komínového tělesa až po úroveň střešní krytiny včetně nadstřešní hlavy komínu. Komínová tělesa však není možné ubourat, z možného využití v budoucnu. Možnost zateplení komínového tělesa by bylo vhodným řešením, pokud by docházelo ke kondenzaci spalin. To se děje hlavně v nadstřešní části, v našem případě nad úrovní zateplené podlahové konstrukce půdy. Dále v případě slabého topidla, kdy nedochází ke správnému tahu komína, to znamená, nedodržení podmínky rozdílu teplot v komínovém tělese vůči venkovní teplotě, kdy teplejší vzduch stoupá vzhůru. Kondenzaci spalin ani špatný tah komínových těles se v námi řešeném objektu nevyskytuje, proto se přikloníme k zateplení komínového tělesa svislou izolací z minerální vaty tloušťky 100 mm pod úroveň vymetacího otvoru. Svislou tepelnou izolaci je vhodné zakončit oplechováním, viz detail řešení, umístěný v příloze pod označením **XIII.-A.**

Pokud nechceme provádět montáž svislé tepelné izolace, je nutné nezapomenout na to, že do vzdálenosti 50 mm od komínového tělesa se nesmí nacházet žádné hořlavé materiály. Nelze tedy nosné trámy z EPS, které používáme v námi zvoleném systému zateplení, pokládat ve styku s komínem. Je nutné vložit mezi komínové těleso a trámek z EPS pruh tepelné izolace z minerální vaty minimální tloušťky 50 mm, jelikož splňuje třídu reakce na oheň A1 tzn., že je nehořlavá. Takto bychom postupovali i v případě zateplení podlahy pomocí podlahového polystyrenu nebo v případě umístění konstrukce lávky u komínového tělesa jak je zobrazeno na detailu v příloze práce pod označením **XIII.-B.**

## 1.5 Zateplení podzemního podlaží a prostoru schodiště

Stávající podzemní podlaží a prostor schodiště nejsou vytápěny. Zaměříme se nyní na chladná a zimní období, která nám ovlivňují vnitřní klimatické podmínky nejvíce. Veškerý teplý vzduch, který se v těchto prostorách nachází, je získán vedením tepla ve zdivu oddělující schodišťový prostor a interiér bytů, také prouděním teplého vzduchu při otevření hlavních dveří do vytápěných bytů. Ovšem absencí zádveří, které není v objektu navrženo, dochází při otevření dveří hlavního vstupu do objektu k okamžitému úniku získaného tepla a zároveň vnikání venkovního chladného vzduchu do vnitřních prostor (pomocí zádveří se těmto únikům teplého vzduchu zabraňuje). Jelikož schodišťový prostor je propojen i s podzemním podlažím a není oddělen žádnými dveřmi, tak jak to známe z novějších bytových a panelových domů, dochází k únikům tepla zároveň i z těchto prostor. Nyní je nutné si připomenout, že v podzemním podlaží se nachází pouze chodba, boční vstup do 1.PP., sklepní kóje, kočárkárny, sušárna, mandl a prádelna. Možná si nyní někteří čtenáři říkají, proč je zde tolik řešen únik tepla z těchto prostor a vnikání chladného venkovního vzduchu, když jsou tyto místnosti navrženy nevytápěné a pro účely těchto místností je teplejší vzduch zbytečný. Čtenáři, kteří se touto otázkou zabírají, mají z části pravdu, z části ale také ne. Ponecháme-li řešené prostory ve stávajícím stavu, dochází prouděním a vedením k ochlazení konstrukcí oddělující nevytápěné prostory od vytápěných prostorů bytů, což má za následek vyšší spotřeby energie na vytápění. Řešíme nyní schodišťový prostor a podzemní podlaží samostatně a zhodnotíme možná řešení, která naše situace nabízí.

### 1.5.1 Návrhy řešení podzemního podlaží a jejich úskalí

#### Montáže dveří

Jednou z možností, jak omezit proudění venkovního chladného vzduchu v těchto prostorách, je provedení montáže dveří. Tyto dveře by byly umístěny mezi schodištěm do tohoto podlaží a chodbou k jednotlivým kójím. Je nutné si uvědomit, že tímto řešením by došlo k zúžení světlé průchozí šířky vstupu do chodby na 800 mm, viz náčrtek umístěný v příloze pod označením **XIV**. Průchozí šířka 800 mm není na druhou stranu z nejmenších, i když se jedná o sklepní prostory, pro manipulaci s různými předměty by mohla být považována za vyhovující. Důležité je uvědomit si přínosy, které touto stavební úpravou získáme. Především dosáhneme omezení proudění chladného vzduchu do sklepních prostorů a přilehlých místností, tím pádem omezíme ochlazení stropní konstrukce tohoto podlaží a vedením ochlazení prostorů jednotlivých bytů v 1.NP. Dále vytvoříme další možnou překážku, která by mohla odradit zloděje od vykrádání cizího majetku ze sklepních kójí. Tyto způsoby krádeže jsou v dnešní době velice rozšířené a často o nich můžeme slyšet jak ve sdělovacích prostředcích ať už v televizi, rádiu či novinách, tak i mezi lidmi.

#### Zateplení stropní konstrukce

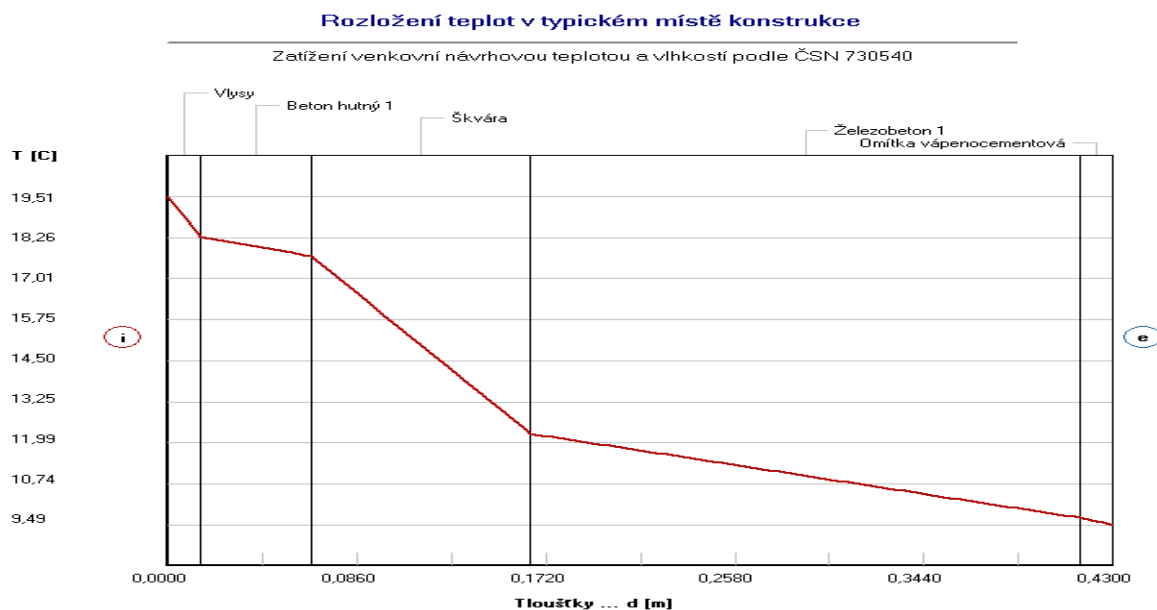
Další možnou stavební úpravou je vytvoření podhledu tohoto podlaží včetně montáže vrstvy tepelné izolace. Tímto zásahem ovšem dojde ke snížení světlých výšek. Je proto nutné zvážit, zda nám tato stavební úprava přinese dostatečné vynahrazení světlé výšky v podobě součinitele prostupu tepla stropní konstrukce mezi podzemním a prvním nadzemním podlažím. Stávající světlá výška podlaží byla změřena 2200 mm, pouze pod podestou

hlavního schodiště byla světlá výška změřena 2340 mm. V první řadě je nutné vypočítat součinitel prostupu tepla stávající stropní konstrukce, po té navrhnout vhodný materiál a tloušťku pro zateplení. Výsledek je třeba porovnat s požadavky na součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540 jako konstrukci „Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru“. Je nutné si uvědomit, že v tomto podlaží se vyskytují technické rozvody a to užitkového a požárního vodovodního potrubí, dále odpadního potrubí. V našem případě jsou hlavní rozvody vody vedeny chodbou k jednotlivým stoupacím potrubím. Odpadní potrubí je vyvedeno ihned svodným potrubím přes obvodovou zeď z objektu a není dále rozváděno po podlaží. Montáže podhledů v místě vodovodních rozvodů by byla značně problematická a pracná, což by se poukázalo na konečné celkové ceně, proto zvažme možnosti provedení. Zakomponujeme-li technické rozvody do podhledu ze sádkartonových desek, dojde v případě poruchy vodovodního potrubí (prasknutí potrubí) k jeho zničení promáčením a následovalo by prodražení opravy. Volba kazetového podhledu by byla jistě ideálnější, ale nevhodná vzhledem k účelům prostorů a jejich ceně. Další možností je varianta provedení podhledů ve všech místnostech a pouze části chodby. V přilehlých místnostech, kde je vedeno vodovodních potrubí, by bylo nutné provést demontáž stávajícího potrubí, a provést nové pod vytvořeným podhledem. V takovémto případě by ovšem potrubí nebylo vhodně vypádováno a musely by být přidány vypouštěcí a odvzdušňovací ventily. Třetí varianta je v rámci rekonstrukce demontovat veškeré potrubí, namontovat podhled a rozvést nová potrubí už pod vytvořeným podhledem, včetně jeho vypádování. Způsoby možného vedení vodovodního a odpadního potrubí je rozkresleno ve schématech umístěných v příloze práce pod označením XV. Je nutné neopomenout na montáž parotěsné fólie při provádění podhledu!!!

#### Stávající skladba stropní konstrukce

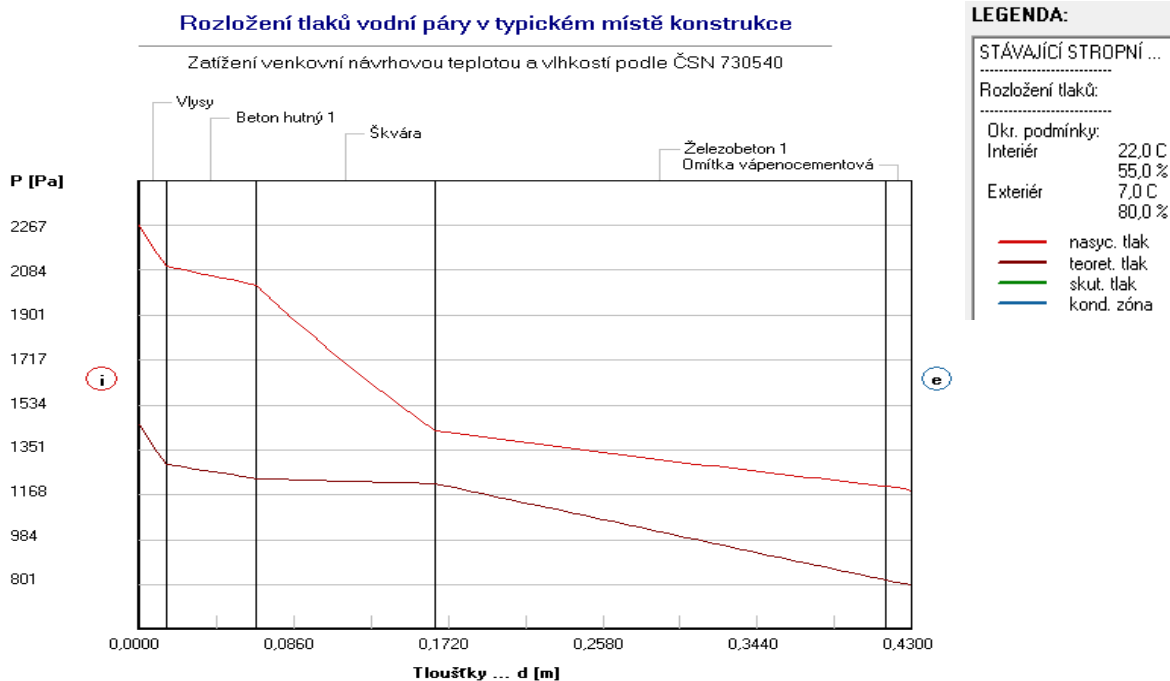
- Interiér 1.NP
- Dřevěné parkety
- Betonová mazanina tloušťky 50 mm
- Škvárový násyp tloušťky 100 mm
- Stropní konstrukce ze škvárobetonových tvárnic ukládaných do betonových trámečků tloušťky 250 mm
- Vnitřní omítka vápenocementová tloušťky 15 mm
- Interiér 1.PP

Stávající i nově navrhované konstrukce jsou posuzovány v programu „Teplota 2015“. Při zadávání vstupních údajů pro okrajové podmínky bylo postupováno následovně. Okrajové podmínky interiéru byly zadány pro obytné místnosti. Okrajové podmínky exteriéru byly zadány jako „Garáže a další místnosti chráněné proti mrazu“. Tento postup byl zvolen z důvodu, že námi využívaný program neumožňuje bližší specifikaci námi řešených prostorů. Z výsledků programu byl zjištěn vypočtený součinitel prostupu tepla  $U=0,973\text{W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor konstrukce  $R=0,684\text{m}^2\text{K/W}$ . Porovnáme-li opět tuto spočtenou hodnotu součinitele prostupu tepla s požadavky současně platných norem zjistíme, že takto vytvořená skladba stropní konstrukce z vytápěného k nevytápěnému prostoru je nevyhovující. Na obrázku 72 můžeme vidět zobrazení průběhu teplot v konstrukci.



Obrázek 72: Průběh teplot stávající konstrukce stropu 1.PP

Z rozložení tlaků vodní páry na obrázku 73 a z dalších hodnocení vyplývá, že v navrhované skladbě při venkovní návrhové teplotě ani při zhodnocení konstrukce během modelového roku nedochází ke kondenzaci vodní páry.



Obrázek 73: Rozložení tlaků vodní páry stávající konstrukce stropu 1.PP

Rekapitulace výsledků z vyhodnoceního protokolu programu Teplo:

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky:

interiér 22,0°C, 55,0% ; exteriér 7,0°C, 80,0%

Tepelný odpor konstrukce:

$R = 0,684 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:

$U = 0,973 \text{ W/m}^2\text{K}$



Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry

Nyní provedeme zhodnocení několika druhů tepelných izolací v navržené skladbě. V tabulce 23 jsou uvedeny charakteristiky jednotlivých izolací, dále v následující tabulce 24 jsou spočteny součinitele prostupu tepla jednotlivých posuzovaných tepelných izolací v závislosti na jejich tloušťce. V příloze práce jsou přiloženy rozkreslené dvě možné skladby stropní konstrukce, pomocí kterých dojde k zateplení nadzemních podlaží, viz příloha XVI.

#### Navrhovaná skladba stropní konstrukce

- Interiér 1.NP
- Dřevěné parkety
- Betonová mazanina tloušťky 50 mm
- Škvárový násyp tloušťky 100 mm
- Stropní konstrukce ze škvárobetonových tvárnic ukládaných do betonových trámečků tloušťky 250 mm
- Vnitřní omítka vápenocementová tloušťky 15 mm
- Tepelná izolace
- Sádrokartonové desky Rigips RBI
- Interiér 1.PP

#### Posuzované tepelné izolace v navrhované skladbě

1. Chytrá pěna EKO S 500
2. Dřevovláknitá izolace STEICO THERM
3. Konopná izolace
4. Minerální izolace Isover Piano

Tepel. izolant	Tloušťka [mm]	Rozměry desky [mm]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/mK]	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor difúzního odporu	Reakce na oheň	Materiál na bázi	Orientační cena bez DPH [Kč/m <sup>2</sup> ]
1.	100	m <sup>2</sup>	0,037	8-10	≤10	F	Polyuretan. pěna	400,00,-
2.	100	1350x600	0,04	160	5	E	Dřevovlákn	426,89,-
3.	100	1200x600	0,04	35	1-2	B2	Konopná vlákna	287,00,-
4.	100	2x6000x625	0,037	15-35	1	A1	Minerální vlákna	124,00,-

Tabulka 23: Tabulka vlastností tepelných izolantů posuzované ve skladbě stropu 1.PP

Tepel. izolant	Součinitel prostupu tepla $U_N$ ( $W/m^2K$ ) při zateplení tepel. izolantem tl. (mm)				
	60	80	100	120	140
1	0,368	0,307	0,263	0,231	0,205
2	0,386	0,323	0,278	0,244	0,218
3	0,386	0,323	0,278	0,244	0,218
4	0,368	0,307	0,263	0,231	0,205

Tabulka 24: Tabulka součinitelů prostupu tepla pro stropní konstrukci 1.PP

### Zateplení suterénní obvodové stěny a soklu

Velkým přínosem pro objekt by bylo zateplení suterénní stěny a soklu. Tento způsob zateplení je osvědčený a přináší velké úspory tepla a energie (10 – 15%), především jsou-li podzemní podlaží využívány. Na tepelnou izolaci těchto partií jsou kladeny jiné nároky než na tepelné izolace pro vrchní stavbu. Především se jedná o tyto vlastnosti:

- Vysoká pevnost v tlaku
- Mrazuvzdornost
- Umožnění kombinace s různými typy hydroizolací
- Minimální nasákavost
- Minimální nebo žádnou vzlínavost vody
- Jednoduchá zpracovatelnost
- Dobré spolupůsobení s tmely a lepidly

Dnešní trh nabízí velké množství typů produktů. Nejčastěji používanými tepelnými izolacemi jsou produkty extrudovaného a expandovaného polystyrenu vyrobené pro tyto účely. Izolační desky se lepí na vnější stranu izolace, čímž vznikne vytvoření trvalé ochrany proti mechanickému poškození a teplotním změnám nejen hydroizolace, ale i celé spodní stavby. Kotvení lepidlem je využíváno pouze pro dočasné upevnění, protože desky tepelného izolantu jsou stabilizovány především tlakem zeminy zásypu. Desky musí být založeny na pevném podkladu, například na přesahujícím základovém pasu, aby nedošlo při zhutňování zásypu k jejich sklouznutí. Tepelnou izolaci není nutné chránit hydroizolací. V případě, že se v zemině vyskytuje větší množství vody (gravitační, podzemní,...) například ve svažitém terénu, je nutné použití nopové fólie pro lepší odvod vody k drenážnímu potrubí. Lze též tuto fólii nahradit speciální tepelnou izolací z drenážních desek, které také zajistí odvedení vody do drenáže. Zvolíme-li odvodnění drenážními deskami, je vhodné je skombinovat s aplikací geotextílie, která slouží k přefiltrování vody od zrn zeminy, čímž nedojde k ucpaní odvodňovacích drážek. [23] V příloze práce, pod označením **XVII** jsou rozkresleny detaily výše popisovaného způsobu zateplení suterénní stěny.

V případě, že by se v námi řešeném objektu vyskytovala pouze nadzemní podlaží, je nutné se zaměřit na zateplení soklu, který tvoří velký tepelný most. Jedná se o jedno z nejcitlivějších míst, které spojuje základy s obvodovou zdí. Je tedy nezbytně nutné neopomenout na kvalitní tepelnou izolaci i této partie. Důležitou úlohu sehrává vhodný způsob uložení izolace. Při správném řešení detailu je nutné tepelnou izolaci ukončit až na horní hraně soklu, případně její napojení na zateplení obvodových stěn. Pokud nelze kolem objektu provést výkop, je vhodné kombinovat soklové desky (na výšku soklu nad terénem) s

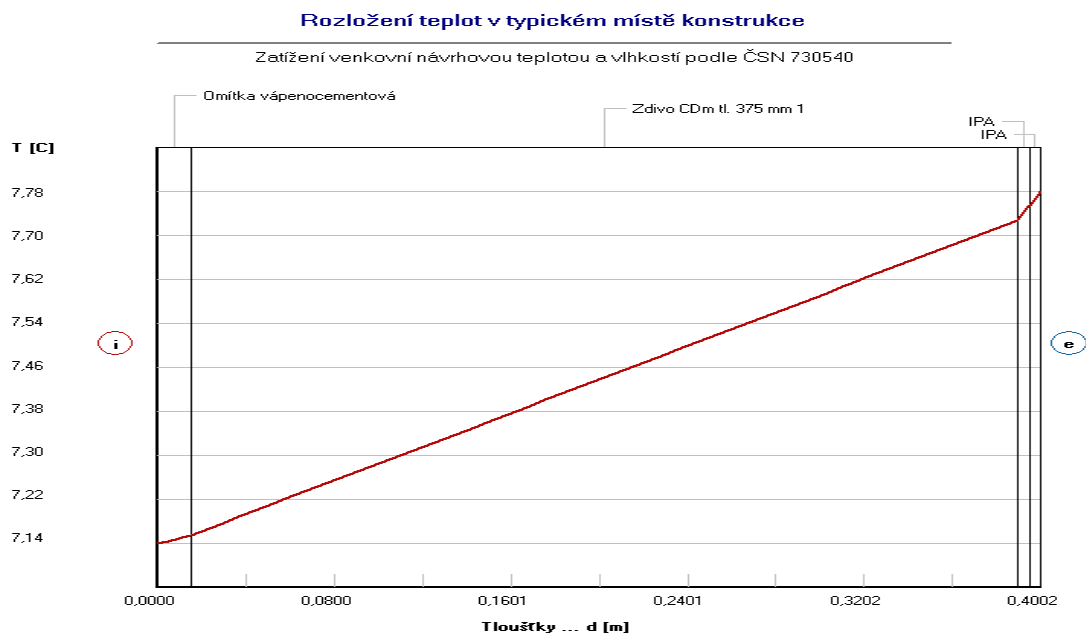
drenážními deskami umístěnými vodorovně (pod okapový chodník) do vzdálenosti minimálně 80 cm od paty budovy. Při tomto řešení bylo dosaženo nejlepších hodnot i z hlediska kondenzace vodní páry. Obrázky správného umístění tepelné izolace jsou umístěny v příloze pod označením **XVIII**.

Jelikož ne u všech objektů známe místní hydrogeologické podmínky, je nutné provést průzkum, který nám poukáže na případný výskyt spodní vody a její tlak. Následuje jeho vyhodnocení a vytvoření závěru jak suterénní stěnu zateplit, případně odvodnit drenážním potrubím či zohlednit jiná opatření. V rámci projektové přípravy je opět nutné posoudit stávající skladbu suterénní stěny, vyhodnotit výsledek s požadavky na součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540 jako konstrukci „Stěna k nevytápěné půdě“, navrhnout tloušťku a typ tepelného izolantu. Následuje přikročení ke stavební činnosti, která bohužel obnáší odkopání suterénní obvodové zdi. Detail provedení zateplovacího systému u paty suterénní zdi je umístěn v příloze pod označením **XVII**.

#### Stávající skladba konstrukce suterénní stěny

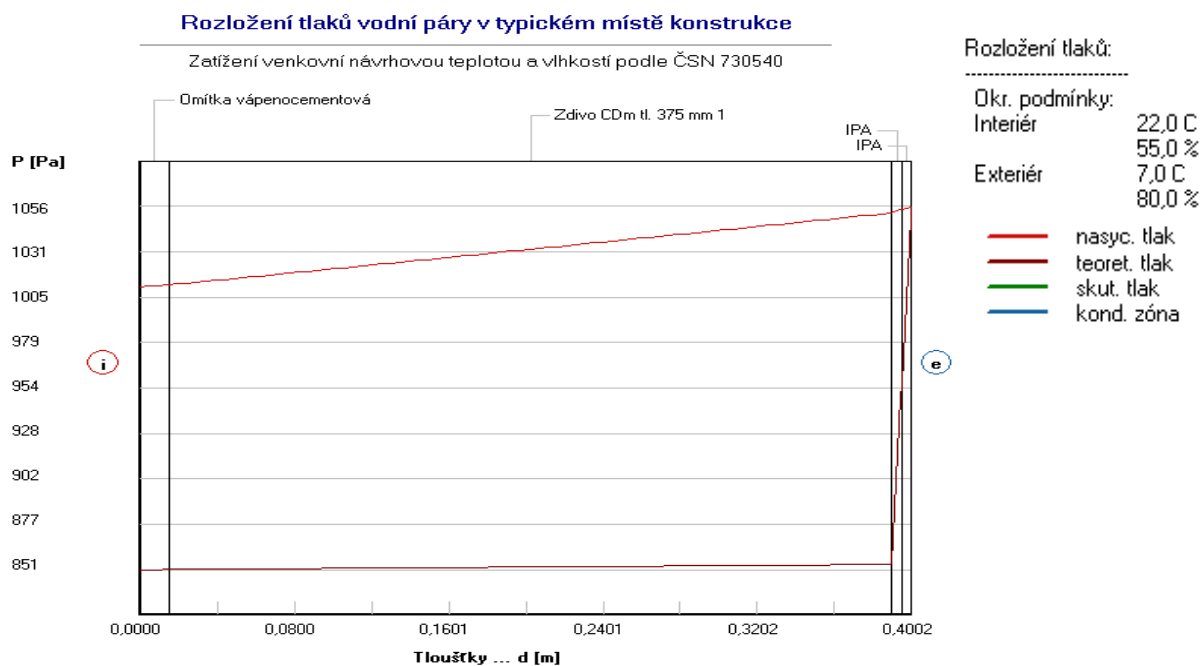
- Interiér 1.PP
- Vnitřní omítka vápenocementová tloušťky 15 mm
- Zdivo z CDM tloušťky 375 mm
- IPA
- IPA
- Stávající zemina terénu

Při zadávání vstupních údajů pro okrajové podmínky bylo postupováno následovně. Okrajové podmínky interiéru byly zadány jako „Garáže a další místnosti chráněné proti mrazu“. Okrajové podmínky exteriéru byly zadány pro město Benešov, program si poté automaticky přepočtl teploty a vlhkosti s ohledem k přilehlé zemině. Tento postup byl zvolen z důvodu, že námi využívaný program neumožňuje bližší specifikaci námi řešených prostorů. Z výsledků programu byl zjištěn vypočtený součinitel prostupu tepla  $U=1,356\text{W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor konstrukce  $R=0,607\text{m}^2\text{K/W}$ . Porovnáme-li opět tuto spočtenou hodnotu součinitele prostupu tepla s požadavky současně platných norem zjistíme, že takto vytvořená skladba stěny je nevyhovující. Na obrázku 74 můžeme vidět zobrazení průběhu teplot v konstrukci.



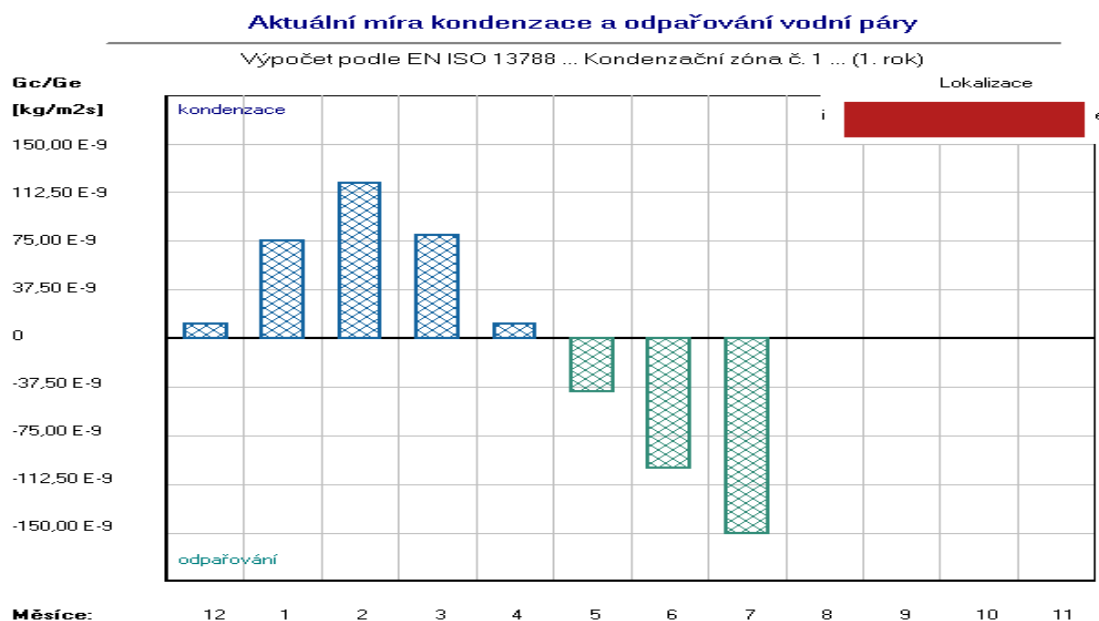
Obrázek 74: Průběh teplot stávající suterénní stěny

Na obrázku 75 je zobrazeno rozložení tlaků vodní páry v konstrukci stěny. Ke kondenzaci dle výpočtů při venkovní návrhové teplotě nedochází.



Obrázek 75: Rozložení tlaků a vodní páry stávající suterénní stěny

Dle výsledků hodnocení roční kondenzace bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,7709 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $0,7709 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ .



Obrázek 76: Obrázek zkondenzované a vypařené vodní páry stávající suterénní stěny

Z obrázku 76 je patrné, že dochází ke kondenzaci od prosince až do dubna. Od května do července dochází k vypařování zkondenzované vodní páry. V srpnu je zóna již suchá.

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 7,0°C, 85,0% ; exteriér 7,8°C, 100,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 0,607 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 1,356 \text{ W/m}^2\text{K}$

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry

Podle EN ISO 13788

Zkondenzovaná vodní pára:  $0,7709 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Vypařená vodní pára:  $0,7709 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Nyní opětovně provedeme zhodnocení několika druhů tepelných izolací v navržené skladbě. V tabulce 25 jsou uvedeny charakteristiky jednotlivých izolací, dále v následující tabulce 26 jsou spočteny součinitele prostupu tepla jednotlivých posuzovaných tepelných izolací v závislosti na jejich tloušťce.

Navrhovaná skladba konstrukce suterénní stěny

- Interiér 1.PP
- Vnitřní omítka vápenocementová tloušťky 15 mm
- Zdivo z CDm tloušťky 375 mm
- IPA
- IPA
- Tepelná izolace
- Stávající zemina terénu

Posuzované tepelné izolace v navrhované skladbě

1. Isover EPS Perimetr
2. Styrodur 3035 CS
3. Pěnové sklo FOAMGLAS T4+

Tepel. izolant	Tloušťka [mm]	Rozměry desky [mm]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/mK]	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor difúzního odporu	Reakce na oheň	Materiál na bázi	Orientační cena bez DPH [Kč/m <sup>2</sup> ]
1.	100	1250x600	0,033	28-32	40-100	E	Expandovaný polystyren	385,00,-
2.	100	1265x615	0,037	33	50-150	E	Extrudovaný polystyren	470,00,-
3.	100	600x450	0,04	120	990000	A1	Pěnové sklo	1378,00,-

Tabulka 25: Tabulka vlastností tepelných izolací posuzované ve skladbě suterénní stěny

Tepel. izolant	Součinitel prostupu tepla $U_N$ (W/m <sup>2</sup> K) při zateplení tepel. izolantem tl. (mm)					
	60	80	100	120	140	160
1.	0,391	0,316	0,265	0,229	0,201	0,179
2.	0,400	0,338	0,291	0,251	0,221	0,198
3.	0,447	0,365	0,309	0,268	0,236	0,211

Tabulka 26: Tabulka součinitelů prostupu tepla suterénní stěny dle tloušťky tepelného izolantu

Návrh řešení schodišťového prostoru

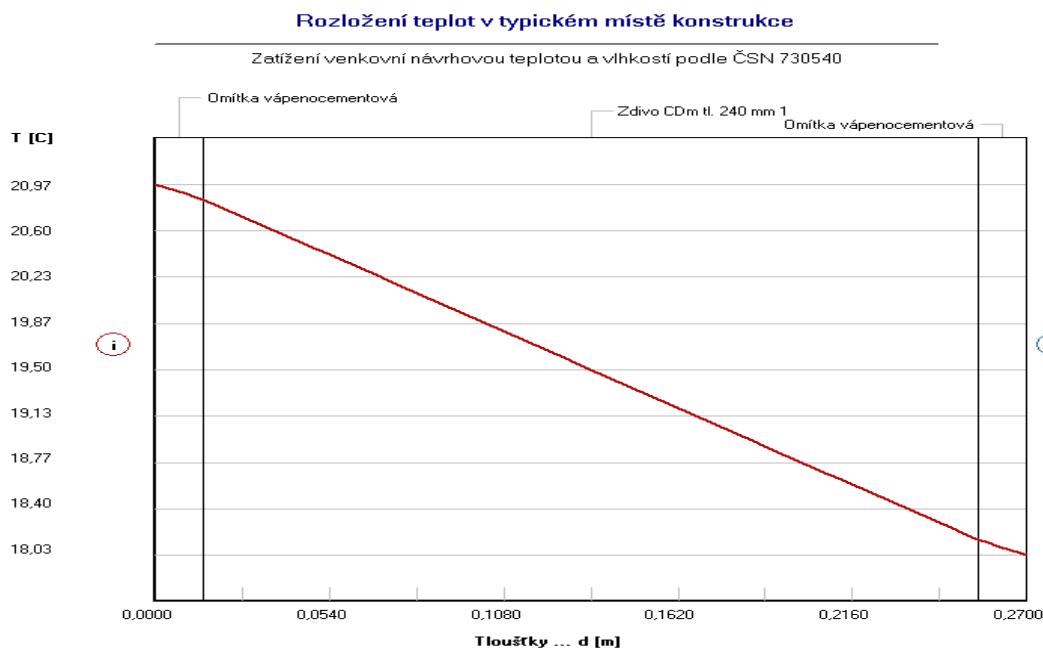
Jak již bylo zmíněno výše, schodišťový prostor není od exteriéru oddělen žádným zádveřím. Proto dochází při každém otevření hlavních vchodových dveří do objektu k okamžitému ochlazení těchto prostor infiltrací čerstvého, v zimních obdobích chladného vzduchu. Schodišťový prostor je od interiérů bytů oddělen příčkou tloušťky 250 mm vyzděné z cihel CDm. Vzhledem k poměrně malé průchozí šířce schodišťového ramene 1150 mm bude obtížné tuto svislou konstrukci zateplit. Provedení tepelného izolantu z interiéru je neadekvátní (viz kapitola zateplení obvodového pláště z interiéru), proto je nutné přikročit k zateplení zdiva z prostorů schodiště.

Stávající skladba konstrukce stěny mezi byty a schodišťovým prostorem

- Interiér bytu NP
- Vnitřní omítka vápenocementová tloušťky 15 mm
- Zdivo z CDm tloušťky 240 mm
- Vnější omítka vápenocementová tloušťky 15 mm
- Schodišťový prostor

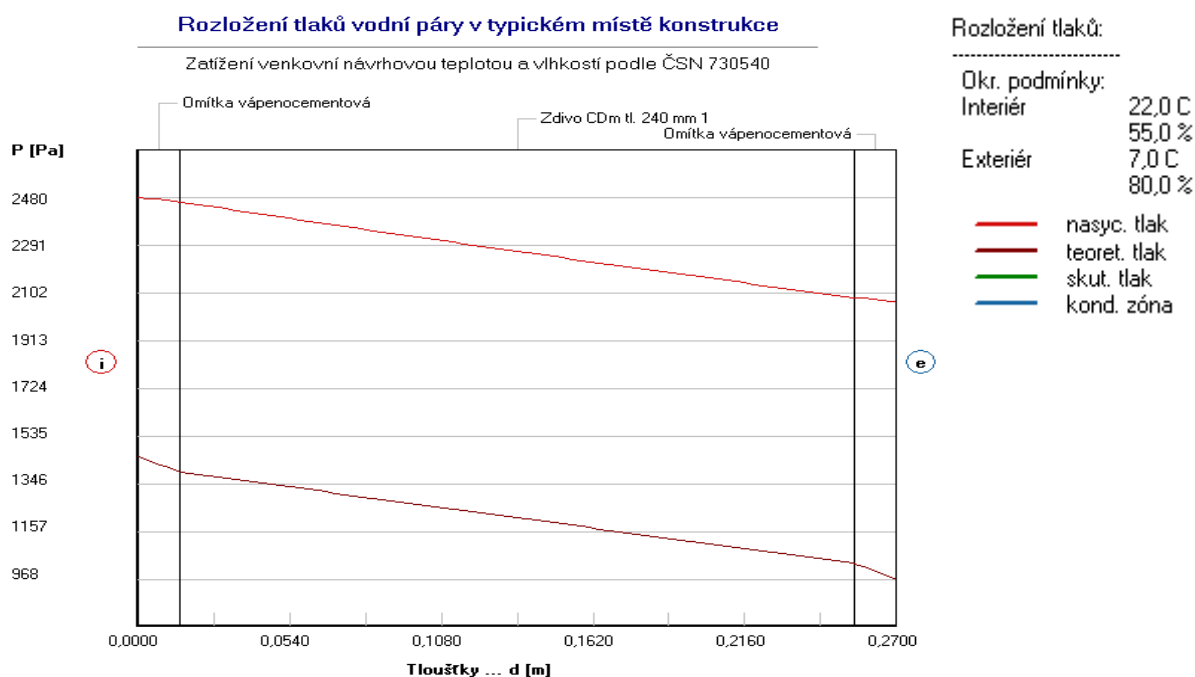
Nyní je na místě provést tepelně technické zhodnocení stávající konstrukce schodiště. Při zadávání vstupních údajů pro okrajové podmínky bylo postupováno následovně. Okrajové podmínky interiéru byly zadány pro obytné místnosti. Okrajové podmínky exteriéru byly zadány pro schodiště, tedy 16°C dle návrhových teplot uvedených v ČSN 73 0540. Program poté zohlednil implicitní přírážku dle dokončení posledních úprav konstrukcí stavby. Z

výsledků programu byl zjištěn vypočtený součinitel prostupu tepla  $U=1,592\text{W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor konstrukce  $R=0,368\text{m}^2\text{K/W}$ . Porovnáme-li opět tuto spočtenou hodnotu součinitele prostupu tepla s požadavky současně platných norem zjistíme, že takto vytvořená skladba stěny je nevyhovující. Na obrázku 77 můžeme vidět zobrazení průběhu teplot v konstrukci.



Obrázek 77: Průběh teplot ve stávající konstrukci stěny oddělující interiéru bytů od schodišťového prostoru

Z rozložení tlaků vodní páry na obrázku 78 a z dalších hodnocení vyplývá, že v navrhované skladbě při venkovní návrhové teplotě ani při zhodnocení konstrukce během modelového roku nedochází ke kondenzaci vodní páry.



Obrázek 78: Rozložení tlaků a vodní páry ve stávající konstrukci stěny oddělující interiéru bytů od schodišťového prostoru

*Rekapitulace výsledků z vyhodnocení protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 55,0% ; exteriér 17,0°C, 50,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 0,368 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 1,592 \text{ W/m}^2\text{K}$

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Nyní opět provedeme zhodnocení několika druhů tepelných izolací v navržené skladbě. V tabulce 27 jsou uvedeny charakteristiky jednotlivých izolací, dále v následující tabulce 28 jsou spočteny součinitele prostupu tepla jednotlivých posuzovaných tepelných izolací v závislosti na jejich tloušťce.

Navrhovaná skladba konstrukce stěny mezi byty a schodišťovým prostorem

- Interiér bytu NP
- Vnitřní omítka vápenocementová tloušťky 15 mm
- Zdivo z CDm tloušťky 240 mm
- Vnější omítka vápenocementová tloušťky 15 mm
- Tepelná izolace
- Sádrokartonová deska Rigips RBI
- Schodišťový prostor

Posuzované tepelné izolace v navržené skladbě:

#### 1. Isover MULTIPLAN 34

Tepel. izolant	Tloušťka [mm]	Rozměry desky [mm]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/mK]	Objemová hmotnost [ $\text{kg/m}^3$ ]	Faktor difúzního odporu	Reakce na oheň	Materiál na bázi	Orientační cena bez DPH [ $\text{Kč/m}^2$ ]
1.	100	1200x625	0,035	15-35	1	A1	Minerální vlákna	135,00,-

Tabulka 27: Tabulka vlastností tepelných izolací posuzované ve skladbě stěny oddělující bytový a schodišťový prostor

Tepel. izolant	Součinitel prostupu tepla $U_N$ ( $\text{W/m}^2\text{K}$ ) při zateplení tepel. Izolantem tl. (mm)			
	50	60	80	100
1.	0,486	0,427	0,343	0,287

Tabulka 28: Tabulka součinitelů prostupu tepla suterénní stěny dle tloušťky tepelného izolantu



## 1.5.2 Zhodnocení a konečná volba varianty zateplení podzemního podlaží a prostoru schodiště

### Montáž dveří do sklepních prostorů

Po dlouhém zvažování kladů a záporů bylo rozhodnuto navrhnout provedení montáž dveří do sklepních prostor. Pořizovací náklady nejsou velké a zazdění ocelové zárubně příliš pracné. Jedinou velkou nevýhodou, zmíněnou už v předchozích odstavcích, je poměrně malá šířka dveří. Vzhledem k charakteru místností není nutné navrhovat větší stavební úpravy pro umožnění montáže větších průchozích šířek dveří. Není tedy předpokládáno, že by docházelo k manipulaci s velkými rozměrnými předměty, pro které by navržená průchozí šířka dveří byla nedostačující.

### Zateplení stropní konstrukce 1.PP.

Po vyhodnocení jednotlivých součinitelů prostupu tepla navržených skladeb zateplení stropní konstrukce 1.PP jsme se rozhodli stavební úpravu navrhnout v celé ploše podzemního podlaží. Hodnoty součinitelů tepla jsou velice příznivé. Zvolením typu tepelné izolace Isover Piano tloušťky 100 mm dosahujeme hodnot doporučených pro pasivní budovy ( $U=0,263 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Cena tepelné izolace je těž příznivá. Sádrokartonový podhled bude kotven do stropní konstrukce pomocí závěsů a CD profilů. Záklop je navrženo provést ze sádrokartonových desek Rigips RBI do vlhkého prostředí. Samozřejmostí je parotěsná fólie. Technické rozvody vodovodního potrubí je navrženo kvůli montáži podhledu a jeho stáří v rámci rekonstrukce demontovat a provést nové, plastové.

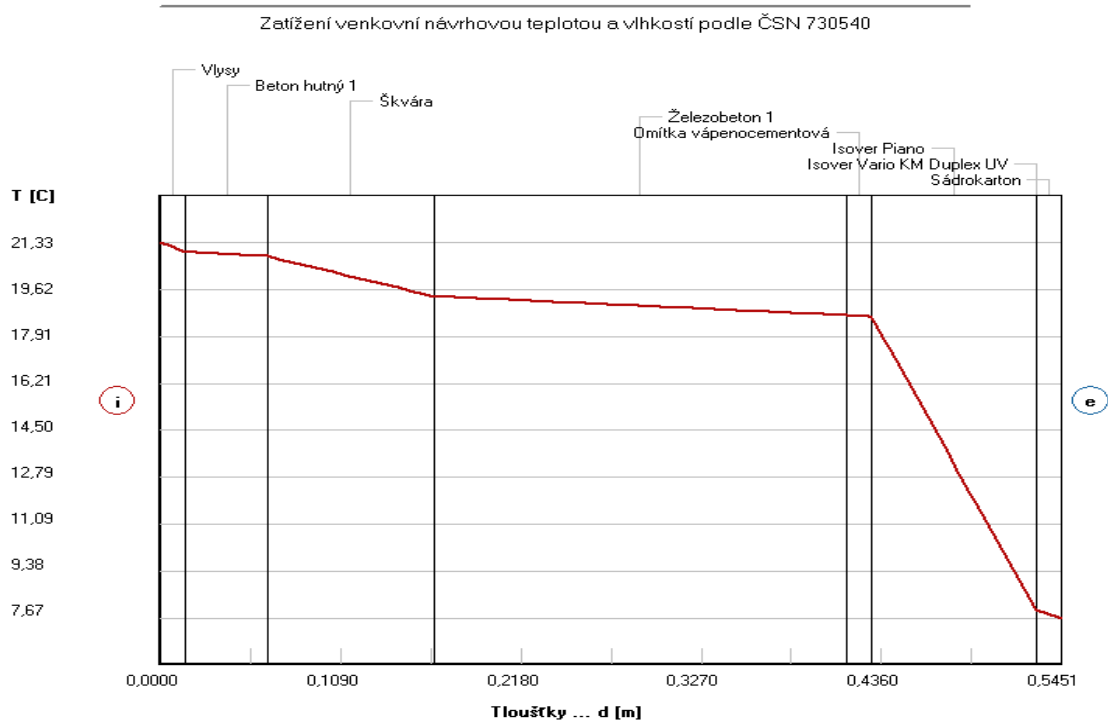
Vzhledem k požadavkům na součinitel prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v interiéru  $18^\circ\text{C}$  až  $22^\circ\text{C}$ , pro námi posuzovaný vnitřní strop z vytápěného k nevytápěnému prostoru (uvedeny v tabulce 29 níže), je navržena tloušťka tepelného izolantu 100 mm.

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	0,60 $\text{W/m}^2\text{K}$
Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	0,40 $\text{W/m}^2\text{K}$
Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$	0,30 – 0,20 $\text{W/m}^2\text{K}$

Tabulka 29: Tabulka součinitelů prostupu tepla pro vnitřní stropní konstrukce z vytápěného k nevytápěnému prostoru dle ČSN EN 73 0540

Z celkového tepelně technické zhodnocení navržené skladby byl spočten součinitel prostupu tepla  $U=0,263 \text{ W/m}^2\text{K}$ , který je již uveden v předchozích odstavcích. Dále byl spočten tepelný odpor  $R=3,456 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Na obrázku 79 je opět znázorněn průběh teplot v navržené konstrukci stěny. Opět můžeme vidět mírný pokles teplot, který se změní až v místě tepelné izolace, kde je pokles teploty rapidnější.

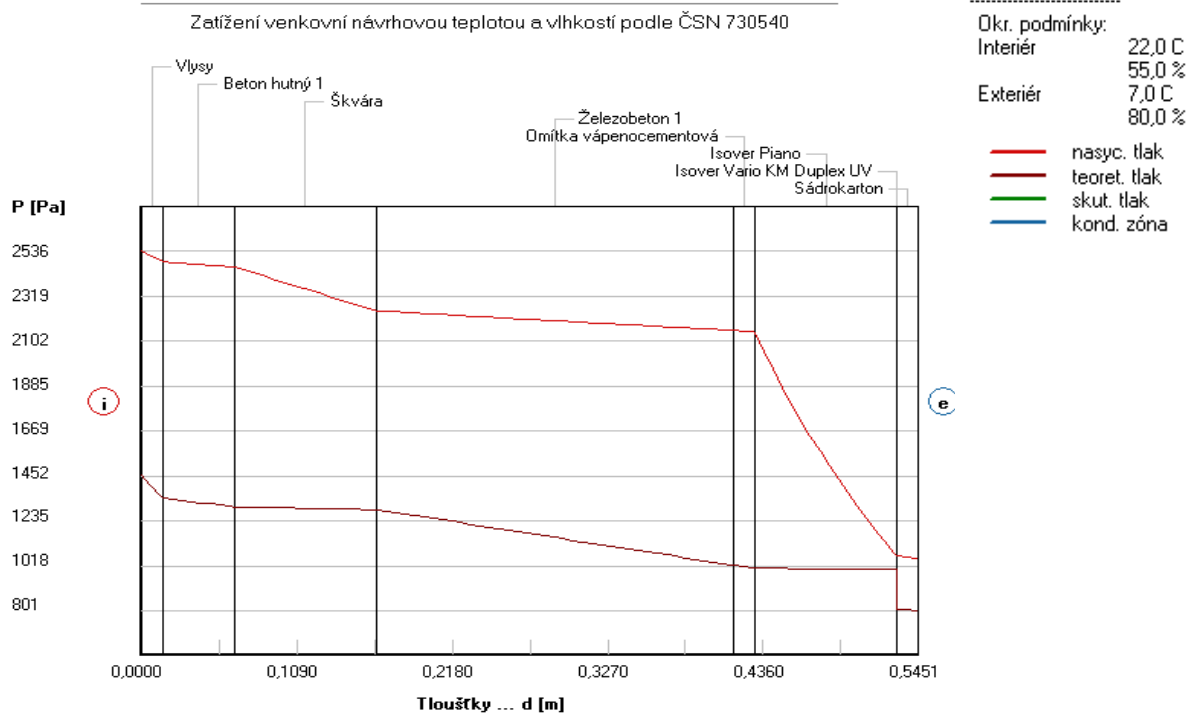
## Rozložení teplot v typickém místě konstrukce



Obrázek 79: Průběh teplot stropní konstrukce 1.PP zateplené minerální vatou

Z rozložení tlaků vodní páry na obrázku 80 a z dalších hodnocení vyplývá, že v navrhované skladbě při venkovní návrhové teplotě ani při zhodnocení konstrukce během modelového roku nedochází ke kondenzaci vodní páry.

## Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce



Obrázek 80: Rozložení tlaků vodní páry stropní konstrukce 1.PP zateplené minerální vatou

Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 55,0% ; exteriér 7,0°C, 80,0%

Teplný odpor konstrukce:  $R = 3,456 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,263 \text{ W/m}^2\text{K}$

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

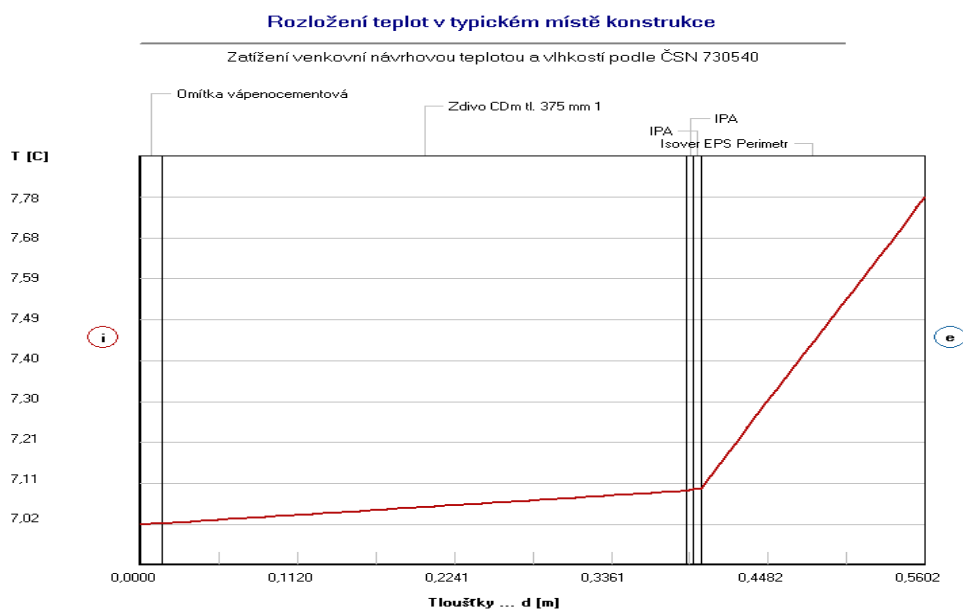
### Zateplení suterénní obvodové stěny 1.PP.

Zateplení obvodového zdiva podzemního podlaží shledávám jako velice důležitou stavební úpravu pro úsporu energie a eliminaci tepelných mostů. Sice podlaží není vytápěno, ale zateplením tohoto zdiva získáme výrazně lepší vnitřní klimatické podmínky a zamezím kondenzaci vodní páry, která byla zjištěna výpočtem ve stávající skladbě stěny. Navíc vzhledem k úrovni terénu po obvodu budovy nebudou nutné hluboké a rozsáhlé výkopy zeminy. Pro zateplení jsou zvoleny izolační desky Isover EPS Perimetr. Vzhledem k požadavkům na součinitel prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v interiéru 18°C až 22°C, pro námi posuzovanou stěnu k nevytápěné půdě (uvedeny v tabulce 30 níže), je navržena tloušťka tepelného izolantu 160 mm.

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	0,30 $\text{W/m}^2\text{K}$
Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	0,25/0,20 $\text{W/m}^2\text{K}$
Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$	0,18 – 0,12 $\text{W/m}^2\text{K}$

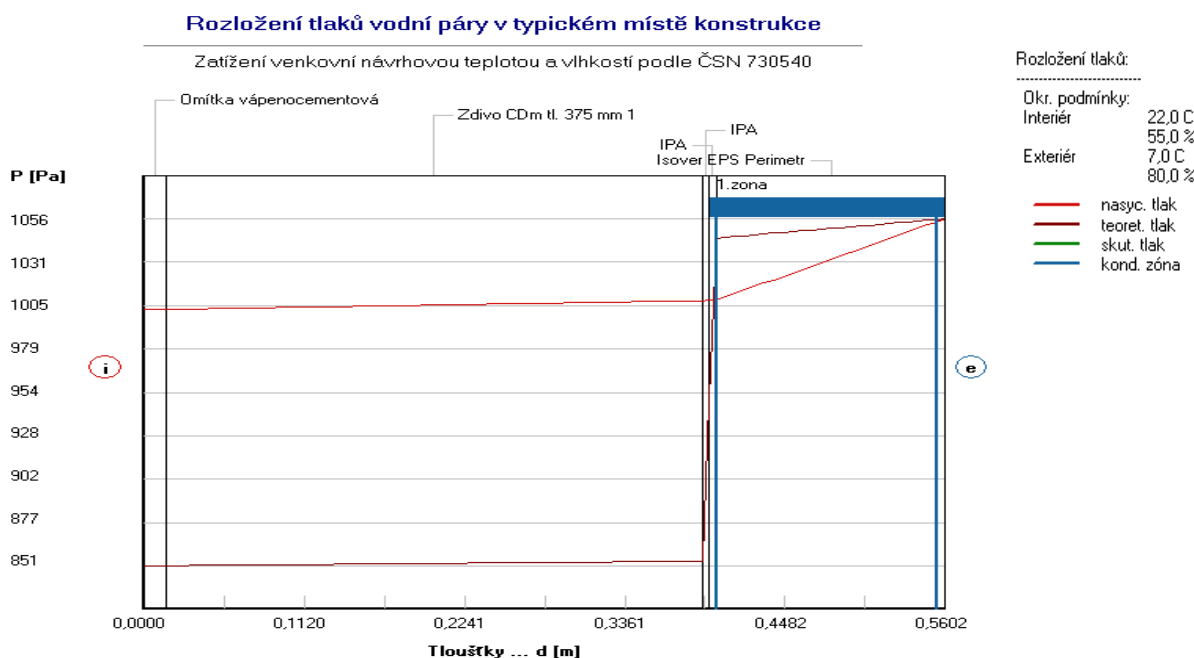
Tabulka 30: Tabulka součinitelů prostupu tepla stěny k nevytápěné půdě dle ČSN EN 73 0540

Z celkového tepelně technické zhodnocení navržené skladby, byl spočten součinitel prostupu tepla  $U=0,179 \text{ W/m}^2\text{K}$ , a tepelný odpor  $R=5,456 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Na obrázku 81 je opět znázorněn průběh teplot v navržené konstrukci stěny.



Obrázek 81: Průběh teplot v konstrukci suterénní stěny zateplené pěnovým polystyrenem

Na obrázku 82 zobrazující rozložení tlaků vodní páry a z hodnocení vyplývá, že ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $7,8^{\circ}\text{C}$  v návrhových okrajových podmínkách na rozhraní 3-5 vrstvy konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,4002 m a končí pravou hranicí 0,5548 m měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzovaná množství vodní páry je spočteno na  $7,071\text{E}-0010 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ .



**Obrázek 82: Rozložení tlaků vodní páry v konstrukci suterénní stěny zateplené pěnovým polystyrenem**

Dle výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,0000 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $0,0772 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$ .

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér  $7,0^{\circ}\text{C}$ ,  $85,0\%$  ; exteriér  $7,8^{\circ}\text{C}$ ,  $100,0\%$

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 5,456 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,179 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $0,0000 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$

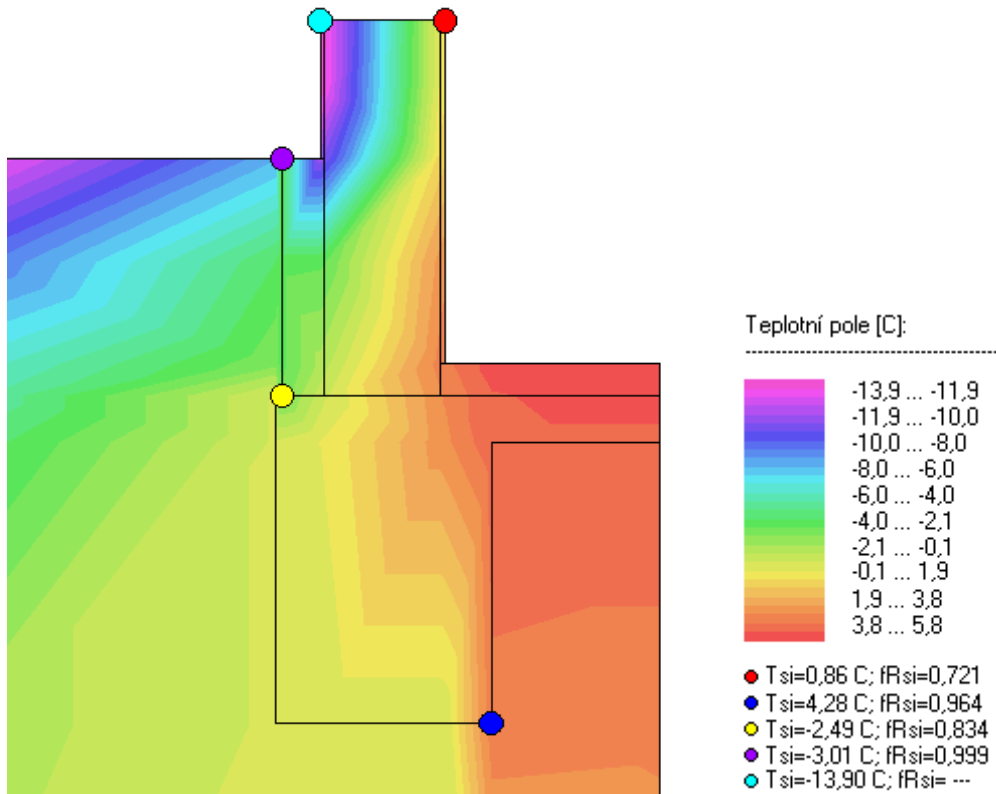
Vypařená vodní pára:  $0,0772 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $7,8^{\circ}\text{C}$ .

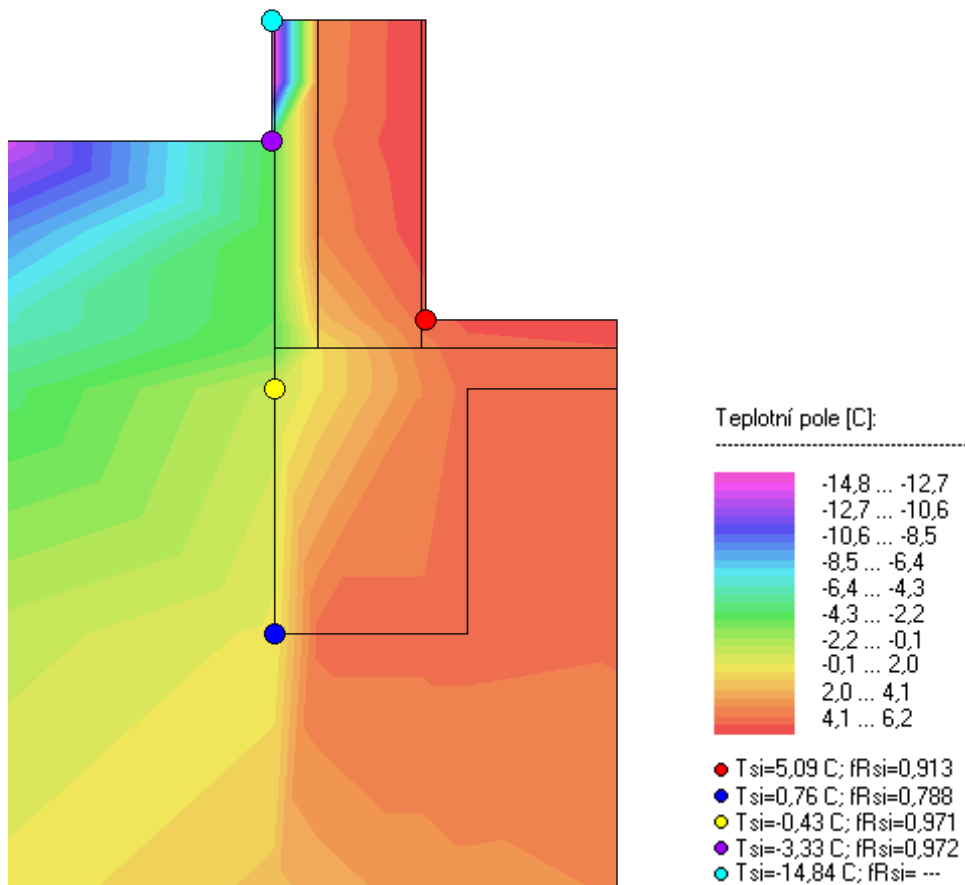
Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Pro znázornění přínosu zateplení suterénní stěny je na obrázku 83 zobrazen průběh teplot ve stávajícím stavu suterénní stěny a na obrázku 84 je zobrazen průběh teplot v navrhovaném stavu této stěny. Z obrázků je vidět navýšení teplot v konstrukci a povrchů stěn.



Obrázek 83: Průběh teplot ve stávajícím stavu suterénní stěny



Obrázek 84: Průběh teplot v navrhovaném stavu suterénní stěny

**Zateplení stěny oddělující schodišťový prostor od prostoru bytů**

Volba zateplení zdi oddělující prostor interiérů bytů od schodišťového prostoru by měla též za následek velké úspory energie a omezení výrazných ztrát tepla z vytápěných místností bytů. Bohužel z důvodu mále průchozí šířky schodišťového ramene není shledána tato stavební úprava za vhodnou. Je navrženo ponechat konstrukci ve stávajícím stavu. Požadavky na součinitel prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v interiéru 18°C až 22°C, pro námi posuzovanou vnitřní stěnu z vytápěného k nevytápěnému prostoru jsou uvedeny v tabulce 31 níže.

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	0,60 W/m <sup>2</sup> K
Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	0,40 W/m <sup>2</sup> K
Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$	0,30 – 0,20 W/m <sup>2</sup> K

Tabulka 31: Tabulka součinitelů prostupu tepla vnitřní stěny z vytápěného k nevytápěnému prostoru dle ČSN EN 73 0540

## 1.6 Výplně otvorů

Otvorové výplně jsou důležitou součástí obálky budovy. Ovlivňují nám tepelné ztráty tepla, úspory energie, kvalitu bydlení a estetický charakter stavby. Je tedy nutné věnovat tomuto tématu obzvlášť velkou pozornost.

Na výrobu oken či dveří lze využít velkou škálu materiálů. V současnosti patří výrobky plastové k nejrozšířenějším v České republice, dále se používají okna dřevěná, hliníková v menší míře ocelová, či kombinace jednotlivých materiálů dřevo – hliník, plast – hliník. Při rozhodování jaký typ materiálu pro náš objekt zvolíme, je nutné zvážit, k jakému účelu bude výrobek sloužit. Dále je nutné zhodnotit jednotlivé materiály a uvědomit si jejich výhody a nevýhody, užité vlastnosti, kterých bychom chtěli dosáhnout a jejich cenové náklady.

Pro běžné rodinné domy a bytové domy jsou vhodné otvorové výplně plastové a dřevěné, případně kombinace s hliníkovým opláštěním. Modernější stavby, jako jsou rodinné vily či individuálně navrhované bytové domy, jsou většinou vystavovány vysokým architektonickým nárokům na vzhled budovy, proto se v těchto stavbách spíše uplatňují otvorové výplně dřevěné, občas hliníkové. Výplně hliníkové nachází uplatnění především u velkých prosklených ploch obvodových plášťů, zastřešení zimních zahrad a světlíků budov

### 1.6.1 Výběr oken a dveří

V dnešní době kolují mezi lidmi „hesla“, kterými se řídí při výběru otvorových výplní, ať už to jsou okna či dveře. Jedním z prvních je označení výrobku značkou shody CE, tedy výrobek určen pro vnitřní trh Evropské unie. „To však neznamená, že je výrobek vyroben pro všechna použití, neboť výrobek nemusí být určen tam, kde to předpokládáme, ale zcela jinde. Totéž platí i pro okna, která se dovážejí do České republiky z různých zemí a od různých výrobců, mají značku shody, ovšem již nikde není napsáno, že tato značka znamená, že jde o okno do obytných prostor. Může jít i např. o okno do garáže“. [24]

Druhým a asi nejznámějším heslem, které můžeme slyšet především od prodejců, je počet komor plastového okna. Přitom ani sami prodejci netuší, že i okna s menším počtem komor, ale s kvalitnějším třístupňovým těsněním, mohou vykazovat lepší technické vlastnosti než běžně prodávaná okna s větším počtem komor, ovšem pouze s jedностupňovým či dvoustupňovým těsněním.

Kromě počtu komor je nutné se zaměřit i na stavební hloubku okna, to znamená sílu okenního profilu měřeného z interiéru do exteriéru. V současnosti je považováno za úplné minimum 5 komor při stavební hloubce profilu alespoň 70 mm. Současným standardem jsou profily se 6 komorami a stavební hloubce profilu alespoň 80 mm. Vrcholné typy profilových systémů se skládají z 6 až 8 komor a stavební hloubce blížíce se 90 mm.

Největší ztráty tepla se odehrávají ve funkční spáře, tedy ve spáře, kde se setkává okenní rám s okenním křídlem. Tato spára zabezpečuje odvod zkondenzované vody pomocí odtokových kanálků do exteriéru, zároveň touto spárou dochází v zimních obdobích k prochlazení okenních rámců. Právě tyto odvodňovací kanálky jsou příčinou rosení na interiérové straně okna. Odvodňovacími kanálky proudí chladný vzduch až k těsnění na interiérové straně profilu a to prochladnutí profilu samo o sobě zabránit nedokáže. V případně

použití trojitého těsnění, středové těsnění vytváří nepřekonatelnou zábranu jak pro zatékání srážkové vody hnané větrem, tak i spolehlivě drží studený vzduch daleko od interiérové strany profilu. Informaci o počtu těsnění ve funkční spáře se většinou dozvíme, jedině pokud se prodejce na tuto informaci přímo zeptáme. Počet těsnění nám určuje kvalitu a prevenci pro zatékání vody na parapet, tak pro orosování rámu v interiéru. Proto nabídky na okna s 6 i 7 komorami doplněné pouze dvojitým těsněním jsou jednoznačně považovány za vyhození peněz.

Pokud pořídíme nová okna s kovovým meziskelním rámečkem, nevyhneme se orosování skel. Je nutné zvolit nekovové rámečky, především ne hliníkové a nerezové, i kdyby byly barevně lakované. Pro moderní zasklení je nutné použít rámečky TGI nebo ještě lépe Swisspacer, které dokážou rosení zabránit, a tím výrazně vylepšit komfort vašeho bydlení.

Pro správnou volbu oken si položíme tyto otázky:

- 1) Chceme ušetřit? – Zvolme izolační trojsklo.
- 2) Chceme, aby nám nedocházelo k rosení skel? – Zvolme nekovový teplý rámeček.
- 3) Chceme, aby nám okny nezatékalo a nedocházelo ke kondenzaci na okenním rámu? – zvolme trojitě těsnění.

Kolika komorový rám a jakou stavební hloubku zvolit je pouze na zákazníkovy. Čím víc a čím širší, tím lepší izolace a tím lepší trojsklo lze do takového rámu také zasklít. A proč si nedopřát kvalitní okna s izolačním trojsklem, 8 komorami a trojitým těsněním, když za pár let bude tento nadstandard pouze již běžným standardem. [25]

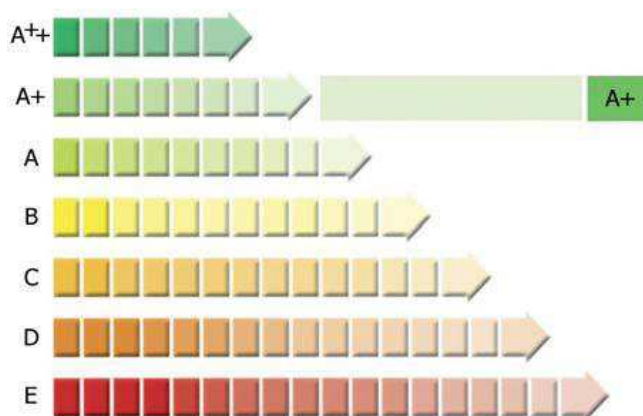
Uveďme si základní požadavky na výplně otvorů, které by si měl každý objednatel u prodejce vyžádat, a které by měl každý zhotovitel garantovat.

1. Úspora energie a tepla
  - 1.1. Hodnota součinitele prostupu tepla okna  $U_w$  [ $W/(m^2.K)$ ]
  - 1.2. Hodnota součinitele prostupu tepla rámu  $U_f$  [ $W/(m^2.K)$ ]
  - 1.3. Hodnota součinitele prostupu tepla zasklení  $U_g$  [ $W/(m^2.K)$ ]
2. Ochrana proti hluku - hodnota vážené neprůzvučnosti  $R_w$  [dB]
3. Vodotěsnost [zatřídění]
4. Teplotní faktor okna a jeho osazení  $f_{Rsi}$  [-]
5. Výměna vzduchu v místnostech - hygiena bydlení
  - 5.1. Průvzdušnost [zatřídění]
  - 5.2. Součinitel spárové průvzdušnosti  $i_{LV}$  [ $m^3/(s.m.Pa^{0,67})$ ]
6. Odolnost proti zatížení větrem [zatřídění]
7. Stavební hloubka rámu a křídla [mm]
8. Počet komor rámu a křídla, způsob těsnění
9. Materiál výztuhy, tloušťka a tvar
10. Tloušťka pohledových stěn plastového profilu
11. Dřevina u dřevěných oken
12. Druh hranolu pro výrobu dřevěného okna (napojovaný, nenapojovaný)
13. Druh a počet vrstev povrchové úpravy dřevěného okna
14. Výrobce kování, přítomnost pojistky proti svěšování křídla



15. Typ distančního rámečku izolačního skla
16. Způsob kotvení do ostění, druh kotvicích prostředků
17. Způsob provedení přípojovací spáry, počítá-li se s použitím funkčních utěšňovacích pásek
18. Délka záruky
19. Vymezení předmětu záruky, způsob řešení nutného seřizování pohyblivých částí během záruční doby, kdo provádí, je-li to úplatná služba, jaká je její cena
20. Způsob pozáručního servisu a jeho podmíněk

Pro lepší orientaci v kvalitě a vlastnostech výrobků někteří dodavatelé okenních systémů v České republice dodávají k jednotlivým produktům tzv. energetický štítek oken zobrazen na obrázku 85. Dle zatřídění výrobku do energetické třídy zákazník okamžitě zjistí, jak výrobce respektuje ekologické požadavky a využívá technologií umožňující snížení nákladů na vytápění. Pokud námi zvolený dodavatel okenních otvorů tyto energetické štítky k výrobkům nedodává, lze se velice snadno orientovat dle deklarovaných součinitelů prostupu tepla celým oknem, podle kterých lze okno zařadit do energetické třídy, viz obrázek 86. [24]



Obrázek 85: Energetický štítek oken

Třída	Popis oken	Součinitel *	Vlastnosti
A++	Pasivní domy	$U_w \leq 0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Vhodná k použití u energeticky pasivních staveb
A+	Nízkoenergetické domy	$U_w \leq 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Ideální k použití u nízkoenergetických staveb
A	Úsporná	$U_w \leq 1,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Splňují parametry doporučených hodnot podle ČSN 730540-2
B	Kvalitní	$U_w \sim 1,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
C	Běžná	$U_w \leq 1,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Postačují k udělení energetické náročnosti budovy podle zákona č. 406/2000 Sb.
D	Starší či nekvalitní	$U_w \leq 2,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
E	Ostatní zástavba do konce 70. let	$U_w > 2,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	

\*  $U_w$  – součinitel prostupu tepla celým oknem

Obrázek 86: Obrázek energetické třídy oken dle výrobcem deklarovaných součinitelů prostupu tepla

## 1.6.2 Okna a jejich výhody a nevýhody

### Plastová okna

#### Výhody

- Velmi příznivé fyzikálně – technické vlastnosti, výrazné zlepšení tepelně – technických vlastností při vyplnění jedné nebo více komor tepelněizolační hmotou (tvrdý PUR pěna,...)
- Velká odolnost proti účinkům povětrnostním, korozi, působení agresivních látek
- Nová okna a dveře opatřeny fólií chránící povrch výrobku proti poškození při montáži
- Nenáročná na běžnou údržbu
- Různá škála možných tvarů a členění
- Lze zvolit mnoho barevných variant, včetně rozdílných barev na exteriéru a interiéru výrobku

#### Nevýhody

- Menší statická únosnost
- Výztuhu lez provést pouze po délce profilu křídla či rámu, v rozích je z technologických důvodů přerušena. Ve výjimečných případech se rohy zpevňují vkládáním vnitřních rohovníků. Proto nelze plastová okna vyrábět ve větších rozměrech a sestavách, jaké se běžně mohou realizovat u výrobků z jiných materiálů.
- Citlivost na vyšší teploty – může vést k trvalé deformaci výrobku
- Nutné časté seřizování kování
- Povrch má tendenci elektrostaticky přitahovat prach a další nečistoty = výraznější znečištění povrchu
- Obnova povrchové úpravy není možná
- Náchylnější k poškození

### Dřevěná okna

#### Výhody

- Velmi dobré tepelně technické vlastnosti
- Pocitově příjemnější
- Při pravidelné údržbě dlouhá životnost
- Individuální vzhled dveří a oken
- Možnost různých úprav profilů
- Poměrně snadná opravitelnost povrchů, ať mechanická či chemická
- Pomocí nátěru lze dosáhnout nového vzhledu
- Vyrobeno z přírodních materiálů

#### Nevýhody

- Výrazně vyšší pořizovací cena
- Dřevo reaguje na zvýšenou vlhkost vzduchu
- Nelze chránit povrch oken při montáži
- Citlivost na ultrafialové spektrum sluneč. záření – stárnutí laku a jeho postupná degradace
- Při zanedbání údržby či opravy porušeného místa způsobuje vnikání vlhkosti a neodstranitelné změny vzhledu a snížení životnosti

## Hliníková okna

### Výhody

- Oproti dřevu a plastu bezkonkurenční statická odolnost a únosnost
- Lze zhotovit okna a dveře takových rozměrů, které při použití plastu a dřeva nejsou možné
- Vytvoření rozsáhlých samonosných sestav či nesené štíhlou nosnou konstrukcí (ocel,...)
- V porovnání se dřevem a plastem jsou hliníkové profily velmi štíhlé
- Odolnost vůči povětrnostním vlivům
- V porovnání se dřevem a plastem jsou lehké a nezatěžují v takové míře konstrukci
- Variabilní povrchová úprava
- V plné míře recyklovatelné

### Nevýhody

- Vysoká pořizovací cena
- Stavebně fyzikální vlastnosti nedosahují, s výjimkou těch nejdokonalejších, ale také velmi drahých profilových skupin, hodnot srovnatelných se dřevem a plastem.

V příloze práce jsou přiloženy vybrané obrázky řezu okenních ráků s popisem.

### **1.6.3 Zasklení**

Do okenních křidel je vsazovaná výplň, obvykle skleněná z tabulového skla. Výplň tvoří až 80% celkové plochy okna a jeho důležitou vlastností je propustnost. Druh a způsob zasklení ovlivňuje kvalitu tepelně technických vlastností okna. Čím je propustnost světla vyšší, tím nižší je tepelně izolační schopnost. Dnes se nejčastěji používají tyto typy zasklení:

Jednoduché zasklení – používáno pouze v interiérech

Izolační dvojsklo – tvořeno dvěma plochými skly slepených k sobě. Distanční rámeček mezi skly vymezuje jejich vzdálenost a tloušťku dutiny, která je vyplněna pro zlepšení vlastností plynem.

Izolační trojsklo – princip stejný jako u izolačních dvojskel, pouze pomocí distančního rámečku jsou slepena tři skla.

Izolační trojsklo s použitím pokovených fólií Heat Mirror - fólie pokrytá nízkoemisivní vrstvou, která je napnutá uvnitř izolačního dvojskla, zpravidla se jedná o třívrstvý systém se dvěma oddělenými komorami (analogie trojskla) ovšem s hmotností dvojskla. Na základě typu pokovení má toto zasklení různé vlastnosti, které lze nastavit dle přání zákazníka. Lze nastavit především tyto vlastnosti: nepropustnost pro UV záření, malá propustnost pro světlo (získání tmavšího interiéru), malá propustnost pro tepelné záření směrem dovnitř (v případě požadavku na omezení přehřívání interiéru),.... Lze použít i více než-li jednu vnitřní fólii čímž lze dosáhnout zlepšení některých vlastností.

Jiné, většinou speciálně navržené výplně - V poslední době se vyvíjejí vakuová skla, kdy jsou dvě skla k sobě slepena ve vzdálenosti několik desetin milimetru a jsou v pravidelných intervalech (100 mm) mezi sebou rozepřena. Mezi skly je vytvořeno vysoké vakuum a okraj je následně zataven, případně se tato skla kombinují s dalšími skly. [26]

Pro výplň dutiny mezi skly lze využít tyto plyny:

- Vzduch (nejhorší vlastnosti, obvykle nejlevnější)
- Argon (lepší tepelněizolační vlastnosti)
- Krypton (lepší tepelněizolační vlastnosti, vyšší cena)
- Xenon (lepší tepelněizolační vlastnosti, výrazně vysoká cena)
- Jiné plyny

Obrázky zasklení a řezů okenním rámem (plastový, dřevěný a hliníkový) jsou umístěny v přílohách práce pod označením **XIX**.

#### 1.6.4 Rekonstrukce výplní otvorů

- 1) Realizační firma zaměří dle okenních otvorů rozměry nových okenních rámu a nechá je vyrobit
- 2) Před realizací je doporučeno zakrytí okolního nábytku a objektů z důvodu prašnosti a vytvořit dostatečný prostor pro demontáž a montáž nových oken
- 3) Demontáž stávajících oken
  - a) demontáž okenních křídel
  - b) demontáž okenních kotev kotvící okenní rámy do nosné konstrukce
  - c) vypáčení nebo rozřezání okenních rámu
  - d) demontáž parapetů
- 4) Zednické začištění špalet okenních otvorů a připravení pro montáž nových oken
- 5) Uklizení suti po demontáži a přípravě špalet okenních otvorů
- 6) Osazení okenního rámu
  - a) nalepení parotěsné fólie na interiérové straně rámu
  - b) pomocí vodováhy vyrovnat stabilitu rámu
  - b) pomocí klínu se provede zaklínování rámu proti nežádoucímu posunu a pro lepší vyrovnání okenního rámu
- 7) Provedení kontroly usazení okenního rámu
- 8) Ukotvení okenního rámu pomocí kotvících šroubů
- 9) Osazení okenních křídel
- 10) Přípravení připojovací vnitřní spáry pro aplikaci polyuretanové pěny
  - a) vložení komprimační pásky do vnějšího líce spáry (brání pronikání atmosférické vlhkosti, umožňuje odvětrání vodní par do exteriéru)
  - b) vystříkání spáry vodou
- 11) Aplikace montážní polyuretanové pěny do připravené připojovací vnitřní spáry pro fixaci rámu v okenním otvoru a vytvoření tepelněizolační výplně kolem celého okna

- 12) Zatlačení polyuretanové pěny podél okenního rámu a začistění ostění okenního otvoru od zbývající omítky
- 13) Omítnutí vnitřních špalet vápennou a štukovou maltou
- 14) Utěsnění vnější připojovací spáry
- 15) Osazení vnějších a vnitřních parapetů
- 16) Očištění drážek okenního rámu od nečistot vniklých při montáži pro dokonalé doléhání zavírání okenních křídel
- 17) Seřízení kování okenních křídel pro správné zavírání a doléhání oken

### 1.6.5 Stínění

Intenzita slunečního světla a paprsků může být někdy přílišná, což je jeden z důvodů pro návrh stínění oken. Stínění lze rozdělit na vnitřní, mezi které lze například zařadit rolety, závěsy, záclony, vnitřní žaluzie a vnější. Vnější stínění lze rozdělit do kategorií přírodního stínění (stromy) a uměle vytvořeného stínění (žaluzie, rolety, okenice, markýzy, slunolamy, pergoly apod.)

#### Přírodní

Stínění stromy je technicky staré jako lidstvo samo, ale v dnešní době je málo využíváno. Strom odstíní sluneční paprsky dříve, než projdou skrz zasklení budovy. Snižují ohřívání vnějších neprůsvitných prvků, což sníží teplotu okolního vzduchu. Stromy mohou být neekonomičtějším stínícím prvkem, jsou levné, jejich výsadba je poměrně snadná. Jejich velkou výhodou je, že se automaticky přizpůsobují počasí a ročním obdobím. Mohou značně ochránit a zlepšit životnost objektu, udržují příjemné klima prostředí a zlepšují vzhled měst. Nevýhodou je dlouhá doba od chvíle, kdy se zasadí, do momentu, kdy vyrostou a postupně začnou přinášet očekávané úspory. Jakmile jsou stromy dostatečně vysoké, mohou snížit náklady na klimatizování zastíněné části budovy o 70–90 %.

#### Umělé

##### Vnější žaluzie

Vnější žaluzie jsou nejúčinnějším prvkem ochrany budov před světelným a slunečním zářením s částečně tepelně izolačním a bezpečnostním účinkem. Ovládání lze zvolit ruční nebo pomocí elektropohonu, přičemž elektropohon zaručuje delší životnost a umožňuje různé druhy ovládací automatiky (větrné, sluneční, tepelné, časové). Lamely žaluzií se vyrábějí především z hliníku nebo jeho slitin, dalším používaným materiálem je dřevo.

##### Vnější rolety

Vnější rolety mohou snížit tepelné ztráty o více než třetinu a hlučnost až o 16 dB. Zabraňují škodám způsobeným silným větrem nebo extrémními povětrnostními podmínkami, mohou působit jako účinné zabezpečovací prvky. Rolety lze rozdělit na předokenní a nadokenní. Nadokenní schránky jsou zabudované do překladu (jejich součástí je doplňující tepelný izolant). Předokenní rolety lze umístit i dodatečně. Lamely rolet mohou být hliníkové,

plastové, ale i dřevěné (tato řešení však nejsou častá). Z pohledu typu ovládání lze rolety rozdělit (podobně jako žaluzie) na manuální a motorové.

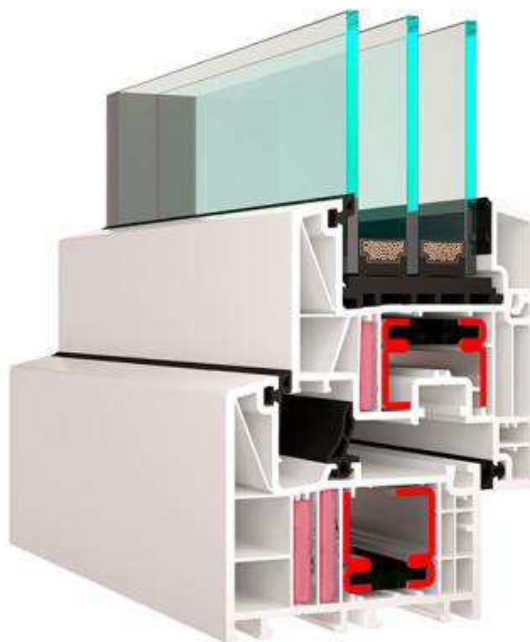
### *Slunolamy*

Plní výrazný architektonický a stínící prvek fasády, který lze navrhnout pevný, ale i pohyblivý. V dnešním sortimentu na trhu lze vybírat rozmanité druhy stínících lamel s různou délkou vyložení s pevným kotvením na fasádu, nebo konstrukce předsazené před fasádou.

## 1.6.6 Volba oken bytového domu

### **Nadzemní podlaží – otvorové výplně**

Stávající okna bytů jsou plastová s izolačním dvojsklem, která byla měněna v roce 2008 za původní dřevěná. Součinitel prostupu tepla celým oknem „ $U_w$ “ je deklarován výrobcem  $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Touto hodnotou se okno v energetickém štítku oken řadí do kategorie C, tedy mezi okna běžná. Okna směřující k jihu jsou opatřena vnitřními žaluziemi. Pro námi rekonstruovaný objekt na nízkoenergetický jsou tato okna nedostačující. Součinitel prostupu tepla celého okna pro nízkoenergetický standard musí splňovat tuto podmínku  $U_w \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Je navrženo zvolit okna s izolačním trojsklem a s trojitým těsněním. Tato okna dokážou ušetřit mnoho energie na vytápění, ale také jsou velmi odolná riziku rosení vlhkosti na interiérové straně. V případě konkrétního produktu navrhuji okna VEKRA Premium EVO, která se řadí mezi nadstandard určený pro nízkoenergetické a pasivní domy. Součinitel prostupu tepla celým oknem je deklarován  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Skládá se z 3 těsnění, 6 komor a stavební hloubkou 82 mm, což lze vidět na obrázku 87, kde je zobrazen řez navrženým oknem. Okna montovaná na jižní světovou stranu je navrženo opatřit vnitřními žaluziemi.



Obrázek 87:Řez oknem VEKRA Premium EVO

### **Sklepní prostory – otvorové výplně**

Stávající okna v těchto prostorech jsou tvořena z ocelového rámu a tabulových skleněných výplní. Tato okna nejsou vyhovující a je nutná jejich výměna za nová. Zde postačí menší počet komor a těsnění. Je navrženo použít například okna VEKRA Prima s deklarováním součinitelem prostupu tepla celým oknem  $0,92 \text{ W/m}^2\text{K}$ , s 5 komorami, 2 těsněními a stavební hloubkou 73 mm. Tento typ okna je pro řešené prostory dostačující.

Boční vstup do 1.PP je tvořen plechovými dveřmi s ocelovým rámem. Tyto dveře jsou též nedostačující a je nutné provést výměnu za nová. Opět uvádíme příklad dveří výrobce VEKRA Prima s deklarováním součinitelem prostupu tepla  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ , s 5 komorami v rámu a 4 v křídle, 2 těsněními a stavební hloubkou 73 mm. Je navrženo použít dveře bez skleněné výplně.

### **Schodišťový prostor – otvorové výplně**

Stávající schodišťový prostor prosvětluje skleněné tvárnice nazývané Luxfery. V nejvyšším podlaží jsou Luxfery doplněny oknem s dřevěným rámem, které zajišťuje větrání prostoru. Luxfery mají vysoký součinitel prostupu tepla ( $2,34 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), který je pro námi řešený objekt nedostačující, stejně tak jako okno dřevěné. Výměna těchto prvků je nezbytná. Opět navrhuje využití vhodných vlastností výrobku VEKRA Prima.

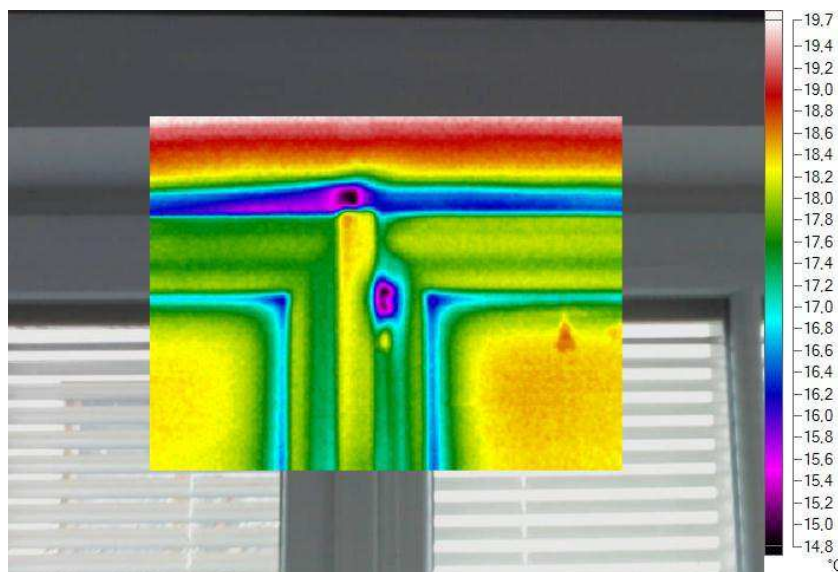
#### **1.6.7 Úskalí okenních otvorů**

- netěsnost
- zatékání
- svěšování křídel
- deformace profilů
- praskání rohových spojů rámu a křídel
- nadměrná vibrace při zavírání
- nízká životnost povrchových úprav
- vyšší tepelné ztráty
- vysoká průvzdušnost (průvan)
- nekvalitní kování s nízkou životností
- problematická záruka
- nekvalitní či žádný servis a celkově omezená funkčnost okna
- ztráta geometrie rámu okna

#### **Netěsnost**

Netěsnost je místo kudy dochází k vnikání venkovního vzduchu do objektu. Tyto netěsnosti se vyskytují mezi okenním rámem a křídlem, viz obrázek 88. Většinou lze tato místa odstranit seřízením oken nebo případnou výměnou těsnění. Netěsnosti v místech pantů jsou hůře opravitelné, i když je kování celoobvodové, většinou je zakončeno těsně pod panty. Ovšem mírné netěsnosti okenního rámu nevadí, jelikož umožňují výměnu vzduchu, čímž dochází ke snížení vlhkosti v objektu. Problematické jsou většinou netěsnosti s výrazným profukem studeného vzduchu. Tyto netěsnosti je pak nutné reklamovat u výrobce oken.





Obrázek 88: Obrázek zobrazující netěsnost rámu a křídel okna

### Zatékání

Zatékání okny se zabraňuje umístěním dešťové zábrany na exteriérové straně funkční spáry. Část této spáry zabraňující průniku tlakové vody se nazývá dekompresní dutina. Laicky se jedná o úpravu profilu rámu a křídla, kterou se vytvoří sběrný žlábek, kde se shromažďuje pod tlakem větru hnaná srážková voda. Tato voda je dále volně odváděna odvodňovacími otvory většinou na parapetní část otvoru. Důležitá je dostatečná velikost dekompresní dutiny (doporučená šířka 20 mm a hloubka 15 mm) a odvodňovacích otvorů (průměr kruhového otvoru min 6 mm a plocha 80 mm<sup>2</sup> u hranatých otvorů). [27]

### Větrání

Rosení oken, které se objevuje při nízkých teplotách, trápi téměř polovinu lidí, kteří vyměnili stará okna za nová a patří mezi časté závažné problémy dnešních staveb. Tento problém je nejčastěji způsoben snížením intenzity větrání v zimním období za cílem šetření energie na vytápění. Pokud se opakovaně nachází z kondenzovaná voda na oknech, je to signál, že v objektu dochází k tepelně technickým poruchám konstrukcí. U nových oken splňující tepelně technické vlastnosti stanovené normou by kondenzace nastat neměla, pokud však nedochází k porušování hlavních zásad. Mezi tyto zásady patří dostatečné větrání a vytápění vnitřních prostor na návrhovou teplotu, optimální umístění otopných těles (proudění teplého vzduchu z otopných těles po povrchu oken), správně seřízené kování oken,...

Výskyt kondenzátu na povrchu zasklení a okenním rámu je jaké si „upozornění“ že relativní vlhkost v interiéru je příliš vysoká. Tento jev by měl přimět uživatele k větrání místností, čímž dojde ke snížení vnitřní relativní vlhkosti. Lze provést i jiný zásah, kterým dosáhneme též efektu snížení vnitřní relativní vlhkosti. Minimální intenzita větrání by měla zajistit 25 m<sup>3</sup> přívodu čerstvého vzduchu na osobu za 1 hodinu. Účinné větrání spočívá v otevření okenních křídel dokořán 3-4 krát denně po dobu 5 minut tak, aby byl vytvořen průvan. Tato krátká větrání nezpůsobí ochlazování stěn a nábytku.



Výměnou vnitřního vlhkého vzduchu za venkovní sušší vzduch ušetří nemalé náklady na vytápění, protože voda obsažená ve vzduchu absorbuje mnoho tepla. Je-li okno neustále pootevřené (např. mikroventilace), způsobuje to zbytečnou ztrátu tepla z místnosti. Snižuje-li v noci regulační systém ústředního vytápění automaticky teplotu, mělo by dojít těsně předtím k vyvětrání místnosti. Tím dojde k odstranění nadměrné vodní páry, která by v případě ochlazení vzduchu zkondenzovala na oknech.

V dnešní době existuje řada moderních řešení, jak zajistit minimální hygienickou výměnu vzduchu. V novostavbách se stále více rozšiřuje větrání pomocí rekuperačních jednotek a zemních vzduchových výměníků. V takovýchto případech je vhodné, vzhledem k tepelným úsporám, zvolit okna s minimálním součinitelem prostupu tepla ( $U_w = 0,5 - 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), tedy okna velmi těsná.

Méně nákladná a velmi efektivní je konstrukce rámu, umožňující větrání chráněnou, izolačně oddělenou komorou, kterou proudí vzduch odděleně do tzv. Climaboxu s výměnným filtrem. Vzduch se mírně předeřeje a konstrukce okna vykazuje špičkové tepelně technické parametry. Navíc nemá akustickou ztrátu, tzn. tlumí, šetří a stále větrá (jedná se o evropský patent Rám 115-4K). [28]

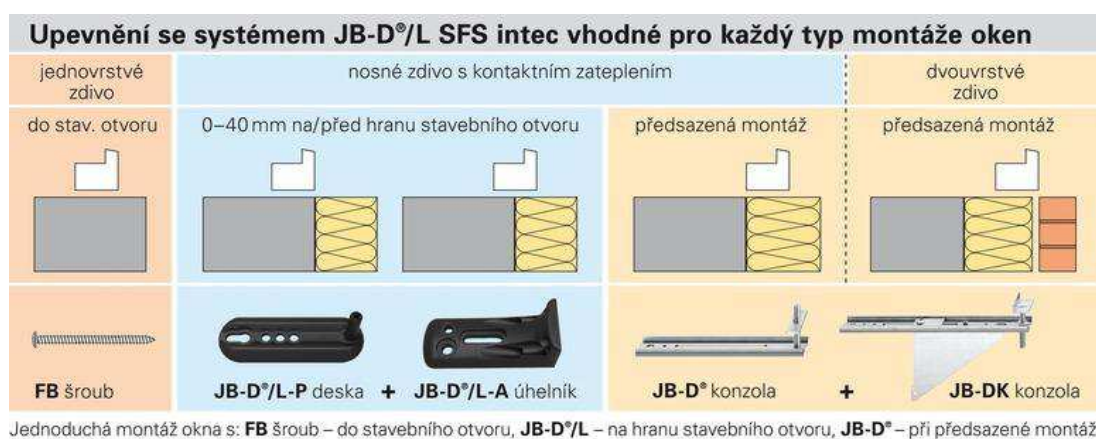
#### Umístění okna do stavebního otvoru

Umístění okenního otvoru do stavebního otvoru je velice důležitým faktorem pro zajištění tepelně technických vlastností. Je důležité, aby umístění okna bylo provedeno co nejbližší k hlavní izolační vrstvě, případně izolačnímu materiálu uvnitř stěn, čímž omezíme pronikání zimy kolem vsazeného rámu. V námi řešeném objektu je volba vhodného umístění okna do stavebního otvoru velice problematická. Je to způsobeno železobetonovým překladem otvoru, který disponuje velkou tepelnou vodivostí. Proto v tomto místě budou stále velké tepelné mosty, i v případě, že zateplíme ostění a nadpraží otvoru tepelnou izolací. Tloušťka tepelného izolantu je v těchto místech z hlediska výšky rámu a architektonického vzhledu velice omezená a tudíž nelze vzniku těchto tepelných mostů úplně zabránit. Někteří mohou namítat, že lze rám okna umístit až na vnější líc zdiva k vnitřnímu líci tepelného izolantu, čímž by došlo k zamezení tepelného mostu. Bohužel v tomto případě by nebyla dodržena minimální vzdálenost 60 mm na ukotvení rámu od vnějšího líce nosného zdiva viz obrázek 89. Tento fakt by mohl vést k narušení zdiva a jeho odlomení, nedodržení směrnic RAL a tím pádem ztráty záruky.



Obrázek 89: Zobrazení minimální vzdálenosti okna od líce zdiva

Řešením naší situace je přesazení oken před vnější líc obvodového zdiva, které vzbudilo velký ohlas mezi lidmi tak i v odborné sféře. Takto lze například pomocí systému JB-D společnosti SFS Intec s.r.o. přesadit okno až o 150 mm (měřeno od středu rámu k vnějšímu líci nosného zdiva). Dále tato společnost spočetla, že pro minimalizaci lineárního součinitele prostupu tepla  $\Psi$  (W/mK) postačí přesazení ve vzdálenosti 70 mm. Tento systém je vyvinut, aby přenesl síly působící na okno do bezpečné zóny nosného zdiva (vlastní hmotnost, zatížení větrem, vertikální a horizontální užité zatížení a zatížení stavebními doplňky (žaluzie)). U oken s venkovními přesazenými žaluziemi se pozice okna posouvá až o 40 mm před hranu ostění. Proto pro správnou montáž a splnění směrnic RAL je nutné do ostění a nadpraží do vzdálenosti až 40 mm za hranu ostění použít desky a úhelníky JB-D/L-P. Úhelníky jsou vhodné a tvarově přizpůsobené utěsnění připojovací spáry za pomoci multifunkční těsnící pásky a desky spolehlivě přenesou působící zatížení až do bezpečného nosného zdiva ostění. Na obrázku 90 jsou zobrazeny upevňovací prvky společnosti SFS Intec s.r.o. které se používají pro různé délky přesazení oken. [29]



Obrázek 90: Upevňovací prvky společnosti SFS Intec s.r.o. dle vzdálenosti přesazení okna [29]

Navrhuji provést přesazení okna 110 mm před líc nosného zdiva pomocí konzol JB-D výše zmiňované společnosti. Dojde tak k posunutí okenního rámu do místa tepelného izolantu, čímž zabráníme tvorbě tepelného mostu. Rozkreslení osazení okna do otvoru v oblasti parapetu, ostění a nadpraží je rozkresleno v detailech, kterou jsou součástí přílohy práce pod označením **XX**.

## 1.7 Zhodnocení navržených úprav bytového domu

Pro zhodnocení úspěšnosti navržených skladeb a stavebních úprav je nutné vytvořit průkaz energetické náročnosti navrhovaného stavu budovy. V první řadě si pomocí následující tabulky č. 32 zrekapitulujeme hodnoty součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí stávajícího stavu objektu a součinitele prostupu tepla námi navržených skladeb konstrukcí. Z tohoto přehledu lze s klidným svědomím konstatovat výrazné zlepšení tepelně technických vlastností konstrukcí. Jak již bylo nesčetněkrát řečeno v předchozích kapitolách, jedná se o navrhované úpravy, jejichž přínos je úměrný nákladům na jejich realizaci. Tím je myšleno, že lze návrhem docílit mnohem lepších tepelně technických vlastností (především navýšením tloušťek tepelných izolací nebo použitím jiných, dražších izolací), které ovšem budou mnohem nákladnější, než je právě navrženo a návratnost investice se mnohem navýší.

Konstrukce	U [W/m <sup>2</sup> K] Stávající stav	U [W/m <sup>2</sup> K] Navrhovaný stav
Obvodová stěna bytových jednotek	1,344	0,175
Obvodová stěna v místě výklenků pod okny	1,858	0,183
Obvodová stěna v místě železobetonového překladu	2,162	0,186
Stropní konstrukce 3.NP.	1,248	0,115
Stropní konstrukce 1.PP.	0,973	0,263
Suterénní obvodová stěna	1,356	0,179
Stěna mezi byty a schodišťovým prostorem	1,592	1,592
Okenní otvory bytových jednotek	1,5	0,7
Okenní otvory 1.PP.	5,65	0,92
Plechové dveře 1.PP.	5,65	1,1
Luxfery	2,34	0,92

Tabulka 32: Tabulka přehledu součinitelů prostupu tepla před a po navržených stavebních úpravách

Navrhovanými stavebními úpravami jsme též zamezili nebo alespoň v některých částech výrazně omezili tvorbu tepelných mostů. Za velký úspěch považuji vyřešení tepelného mostu železobetonové balkonové konzoly, jakožto místo, které je pro dodatečné zateplení velice obtížné. Došlo k jeho výraznému zmírnění a navýšení teplot v konstrukci, tím pádem i povrchových teplot. Dalším úspěchem je navýšení povrchových teplot v kritických místech, jako jsou výklenky, nároží a železobetonový překlad. Konkrétně u překladu jsme posunuli roční průběh povrchových teplot za mez vzniku plísní, viz obrázek 46 a 49. Neopomeňme ani římsu objektu, která byla dalším místem, kde docházelo k obrovskému ochlazování konstrukce. Jejím zateplením jsme ochlazování výrazně omezili a opět navýšili povrchové teploty. Není nutné zde opět popisovat všechny navržené změny uvedené v předchozích kapitolách, ale je nutné si říci, že každý krok, každá změna, která byla v tomto objektu navržena, vede k obrovskému zlepšení kvality bydlení, ať už tepelné pohody člověka či zlepšení kvality prostředí a úspory energie.

Z výsledků vypracovaného průkazu energetické náročnosti budovy vyplývá zařazení navrhovaného stavu objektu do kategorie C - úsporná (průkaz energetické náročnosti navrhovaného stavu je umístěn v příloze práce pod označením XXI.) Celková dodaná energie objektu za rok byla spočtena na 147 kWh(m<sup>2</sup>rok). Porovnáme-li tento výsledek s průkazem energetické náročnosti stávajícího stavu, nelze konstatovat nic jiného, než výsledek prohlásit

za velice úspěšný. Došlo k posunutí objektu o 2 energetické třídy a navýšení úspornosti budovy. Uvědomíme-li si, že objekt je postaven v 50. letech 20. století z materiálů, které v porovnání s dnešními stavebními prvky nedisponovaly téměř žádnými tepelně izolačními vlastnostmi, je obdivuhodné, že lze docílit až takovéto úsporné energetické třídy. Takového výrazného zlepšení by nebylo dosaženo pouze dílčími úpravami vybraných částí objektu, ale pouze kompletní uváženou rekonstrukcí, kde každý navržený detail a každá nová navržená skladba byla opodstatněná a přispěla k tomuto celkovému výsledku. V případě, že bychom chtěli dosáhnout ještě lepší energetické třídy, je nutné zabývat se i technickým zařízením budovy. Další velkých úspor by bylo možné dosáhnout například využitím jižní strany střechy, na kterou by bylo vhodné umístit solární kolektory na ohřev TUV. Dále by bylo přínosné změnit způsob vytápění objektu za účinnější topidlo s nižšími provozními náklady. Například provedení výměňkové stanice v 1.PP by opět přineslo efektivnější vytápění objektu. Pomocí výměňkové stanice je ve Voticích vytápěno mnoho bytových domů, a některé z nich se nachází v těsné blízkosti námi vybraného bytového domu. Napojení objektu na teplovodní potrubí vedoucí z Votické kotelny by proto nebylo tolik nákladné. Dalo by se hovořit i o dalších, úsporných řešení, například nuceného větrání s rekuperací tepla, atd. Ovšem bylo by spekulativní, zda by se tyto nákladné zařízení vyplatilo do objektu navrhnout s cílem návratnosti investice.

Rozhodneme-li se pro takovéto velké rekonstrukce nebo jen dílčí úpravy bytových domů či jiných objektů, je nutné se vždy obrátit na kvalitní projekční kancelář, která disponuje kvalifikovanými osobami a nechat vypracovat projekt rekonstrukce. V dnešní době je zřízeno mnoho projekčních kanceláří, avšak málokterá těmito osobami disponuje. Při výběru je proto nutné zaměřit se například na reference firmy či doporučení známých, kteří již mají s některými projekčními kancelářemi ze stavební činnosti zkušenosti.

V případě že již máme projekt vypracovaný a stavebním úřadem vydané stavební povolení, je nutné se též zaměřit na výběr kvalitní stavební společnosti, která bude výstavbu provádět. Opět je nutné orientovat se dle referencí společnosti nebo doporučení známých. Dalším vodítek pro výběr firmy může být certifikát ISO, či jiné.

## 2 Montovaný beztrámový skelet MS 71

V předchozí části této práce jsme si poukázali na způsoby zateplení a problematická místa bytového domu se zděným stěnovým konstrukčním systémem. Jelikož se v České republice nevyskytují jen bytové domy, jejichž konstrukční systém je stěnový, zaměříme se nyní na konstrukční systém sloupový. Pro tuto práci byl vybrán montovaný beztrámový skelet MS 71 společnosti Pozemní stavby České Budějovice. V této části již nebude vybrán konkrétní bytový dům disponující tímto konstrukčním systémem, který by byl celkově zhodnocen po stavební a tepelně technické stránce s následnými navrhovanými stavebními úpravami včetně jejich vyhodnocení. Tato kapitola se bude zabírat pouze vybranými detaily výše zmiňovaného skeletu, které jsou:

- Místo obvodového pláště z keramzitbetonového panelu
- Místo nosného sloupu s předsazeným keramzitbetonovým panelem
- Místo nosného sloupu s částečně předsazeným keramzitbetonovým panelem
- Místo obvodového pláště vyzděného z cihel CDm P200
  - a) Plášť z CDm tl. 240 mm
  - b) Plášť z CDm tl. 300 mm
  - c) Plášť z CDm tl. 375 mm
- Místo nosného sloupu s vyzděným pláštěm z cihel CDm P200
- Místo styku stropního panelu s keramzitbetonovým panelem
- Místo styku stropního panelu se zděným pláštěm z cihel CDm P200

### Konstrukční systém

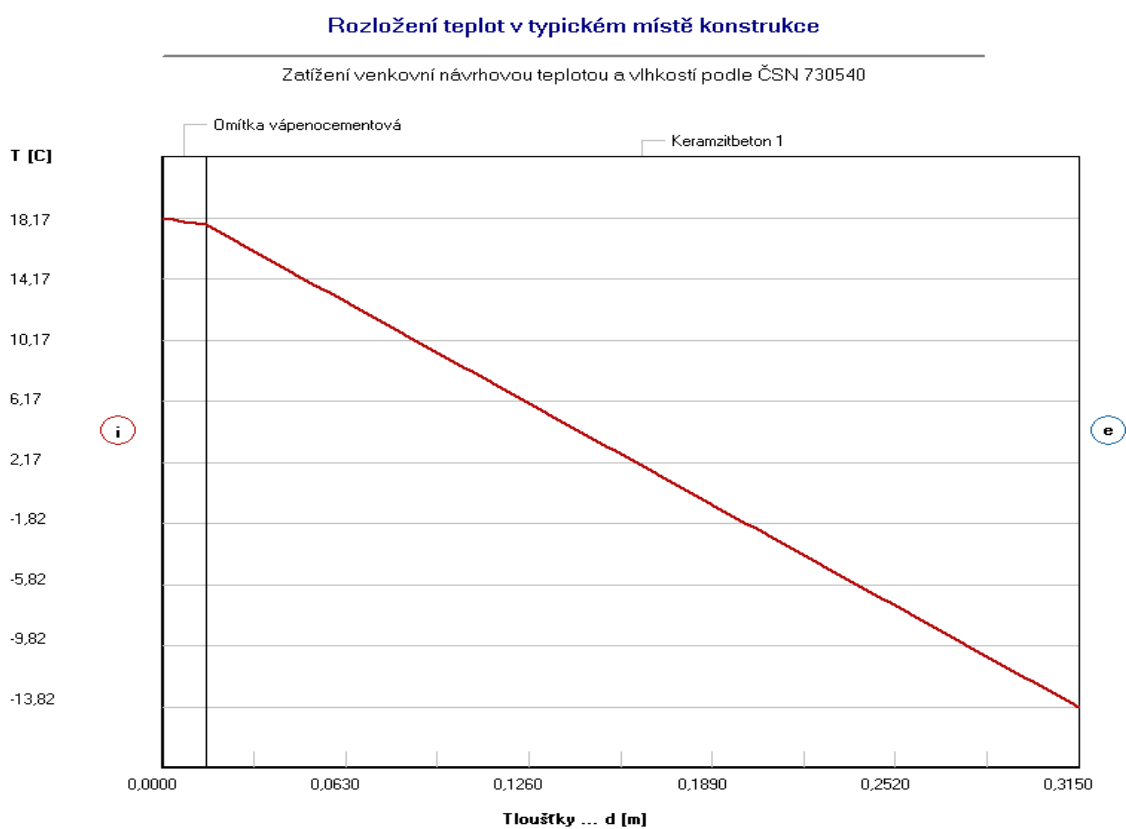
Konstrukční systém tvoří železobetonový beztrámový skelet MS 71 společnosti Pozemní stavby České Budějovice. Zatížení je přenášeno železobetonovými sloupy o rozměrech 390 x 390 mm do základových patek. Osový rozestup sloupů v jednom směru je 0,6 m a v druhém, kolmém směru 2,4 m.

Lze se setkat se třemi způsoby provedení pláště tohoto skeletu. První a druhý způsob je proveden z panelu, který je keramzitbetonový o pevnosti 6MPa. V prvním případě je panel předsazený před nosnými sloupy, v druhém případě je panel předsazen jen z části. Třetí způsob pláště, s kterým se lze setkat, je vyzděný z cihel CDm P200 mezi nosnou kostru skeletu, tzv. výplňové zdivo. Všechny tyto způsoby provedení pláště budovy jsou zobrazeny v přílohách práce.

## 2.1 Místo obvodového pláště z keramzitbetonového panelu

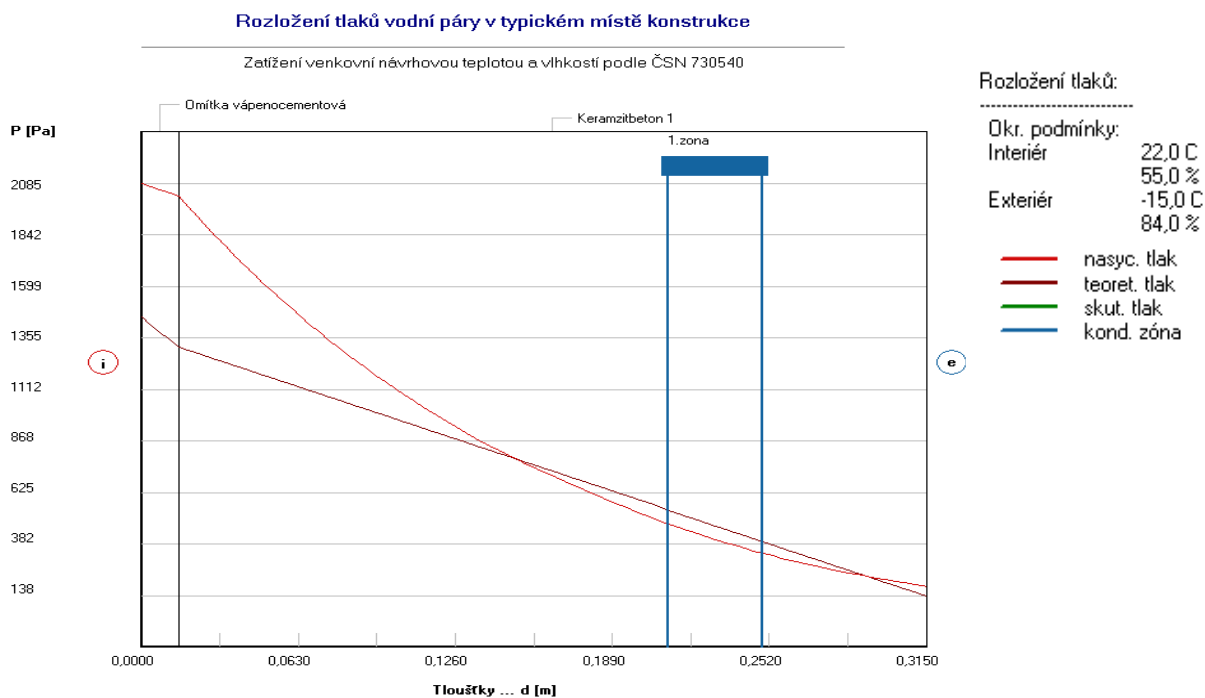
### Stávající stav

Na úvod provedme tepelně-technické zhodnocení obvodového pláště z keramzitbetonového panelu tl. 300 mm, na němž je v interiéru aplikována vápenocementová omítka (detail skladby viz příloha **XXII.**). Vstupní okrajové podmínky pro exteriér byly použity opět pro oblast Benešova, tedy  $-15^{\circ}\text{C}$ , vlhkost 84%. Interiér byl zařazen do obývacích místností, s implicitní přírážkou je použita teplota pro interiér  $22^{\circ}\text{C}$  a vlhkost 50%. Z výsledků výpočtu vyplývá součinitel prostupu tepla  $U = 0,796 \text{ W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor konstrukce  $R = 1,087 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Porovnáme-li výsledek součinitele prostupu tepla s dnešními minimálními požadovanými součiniteli prostupu tepla dle ČSN 73 0540, zjistíme, že skladba stěny je nevyhovující. Na obrázku 91 je znázorněn průběh poklesu teploty v konstrukci.



**Obrázek 91: Obrázek průběhu teplot v místě obvodového pláště z keramzitbetonového panelu - stávající stav**

Z obrázku 92 zobrazující rozložení tlaků a vodní páry můžeme vidět jednu zónu, ve které dochází ke kondenzaci vodní páry. Ke kondenzaci, dle výpočtů, dochází při venkovní teplotě nižší než  $-10,0^{\circ}\text{C}$  v návrhových okrajových podmínkách v 2. vrstvě konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,2116 m a končí pravou hranicí 0,2494 m měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na  $2,826\text{E-}0008 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ .



**Obrázek 92: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě obvodového pláště z keramzitbetonového panelu - stávající stav**

Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,0161 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $5,1047 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ . Z výsledků vyplývá, že během roku dojde k vyschnutí posuzované skladby.

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér  $22,0^\circ\text{C}$ ,  $50,0\%$  ; exteriér  $-15,0^\circ\text{C}$ ,  $84,0\%$

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 1,087 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,796 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $0,0161 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Vypařená vodní pára:  $5,1047 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-10,0^\circ\text{C}$ .

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Navrhovaný stav

Zjistili jsme, že stávající konstrukce stěny skládající se z vápenocementové omítky a keramzitbetonového panelu je nevyhovující. Nyní je na místě zvolit způsob zateplení této skladby. Opět se budeme držet hesla, že navržené zateplení musí být úměrné k nákladům a návratnosti investice. V kapitolách bytového domu jsou již zhodnoceny jednotlivé možnosti umístění tepelného izolantu, proto již nebudeme tuto problematiku nadále rozepisovat. Tepelná izolace umístěna v interiéru nepatří mezi vhodnou volbu, z důvodů, které byly již popisovány již u návrhu zděného bytového domu. Vhodnou volbou tedy je umístění izolace na vnější straně konstrukce stěny. Jelikož objekt má funkční hydroizolační ochranu, není ani



nutné provádět provětrávanou vnější fasádu, a tedy zvolíme kontaktní tepelnou izolace. Opět porovnáme součinitele prostupu tepla navrhované skladby při různých typech tepelných izolací, tak jako je to provedeno u předešlého zděného bytového domu. Stejně tak jsou do posuzované skladby převzaty stejné typy tepelných izolací, viz tabulky 33 a 34.

- 1- Fasádní minerální tepelná izolace s kolmým vláknem čedičovým (Isover NF 333)
- 2- Fasádní minerální tepelná izolace s podélným vláknem čedičovým (Isover TF Profi)
- 3- Fasádní minerální tepelná izolace z kamenné vlny s kolmým vláknem (ROCKWOOL FASROCK LL)
- 4- Fasádní pěnový polystyren (Isover EPS 70 F)
- 5- Fasádní pěnový polystyren s grafitovými příměsi (Isover EPS Grey Wall)
- 6- Dřevovláknitá izolace (STEICO Therm)
- 7- Fenolitická pěna (KOOLTHERM K5)

Tepel. izolant	Tloušťka [mm]	Rozměry desky [mm]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/mK]	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor difúzního odporu	Reakce na oheň	Materiál na bázi	Orientáč. cena bez DPH [Kč/m <sup>2</sup> ]
1	100	100x333	0,041	15-35	1	A1	Minerální vlákna – čedičová	380,-
2	100	1000x600	0,036	15-35	1	A1	Minerální vlákna – čedičová	440,-
3	100	1200x200	0,041	15-35	1	A1	Kamenná vlákna	271,-
4	100	1000x500	0,039	13,5-18	20-40	E	EPS - expandovaný polystyren	209,-
5	100	1000x500	0,032	13,5-18	20-40	E	EPS - expandovaný polystyren	249,-
6	100	600x1350	0,040	160	5	E	Dřevovláknitá	450,12,-
7	100	1200x400	0,020	35	35	C – s2, d0	PF – fenolitická pěna	919,60,-

Tabulka 33: Tabulka vlastností vybraných tepelných izolací

Tepel. izolant	Souč. prostupu tepla $U_N$ (W/m <sup>2</sup> K) při zateplení tepel. Izolantem tl. (mm)									
	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
1	0,268	0,237	0,213	0,193	0,176	0,162	0,150	0,140	0,131	0,123
2	0,246	0,216	0,193	0,174	0,159	0,146	0,135	0,126	0,117	0,110
3	0,268	0,237	0,213	0,193	0,176	0,162	0,15	0,14	0,131	0,123
4	0,260	0,229	0,205	0,185	0,169	0,156	0,144	0,134	0,126	0,118
5	0,227	0,198	0,177	0,159	0,145	0,133	0,122	0,114	0,106	0,100
6	0,264	0,233	0,209	0,189						
7	0,159	0,137	0,121	0,108	0,097					

Tabulka 34: Tabulka součinitelů prostupu tepla v závislosti na typu tepelné izolace a její tloušťce

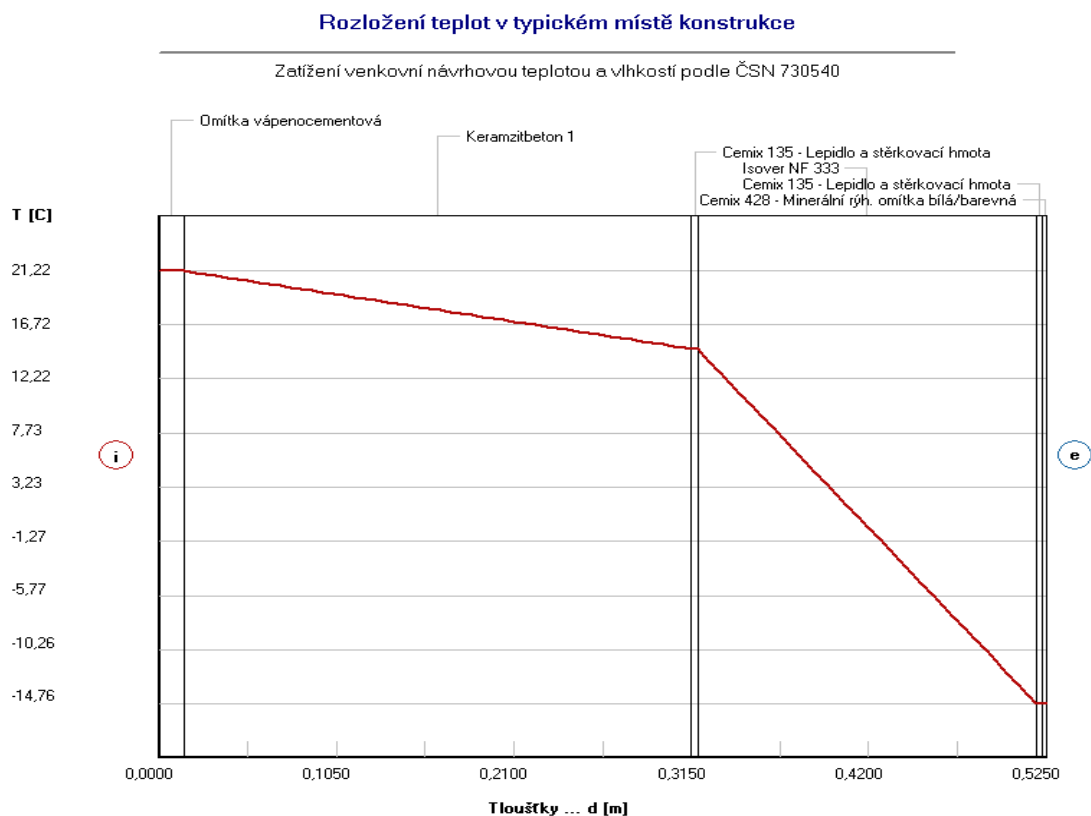


Vzhledem k cenám jednotlivých typů tepelných izolací a jejich vlastnostem, především faktoru difuzního odporu volíme minerální tepelnou izolaci s kolmými čedičovými vlákny Isover NF 333. Díky nízkému faktoru difuzního odporu je skladba stěny difúzně otevřená, což vede k lepšímu „prodyšnosti“ stěny a snadnému vypaření případné zkondenzované vodní páry. Volbou tloušťky tepelného izolantu 200 mm se skladba součinitelem prostupu tepla řadí mezi doporučené hodnoty ČSN 73 0540 pro pasivní budovy, viz tabulka 35. Zateplení touto tloušťkou tepelného izolantu lze očekávat dostatečně zateplený obvodový plášť na dalších několik let, kdy se na požadované hodnoty budou klást daleko větší nároky, především jejich snižování.

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	0,30 W/m <sup>2</sup> K
Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	0,25/0,20 W/m <sup>2</sup> K
Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$	0,18 – 0,12 W/m <sup>2</sup> K

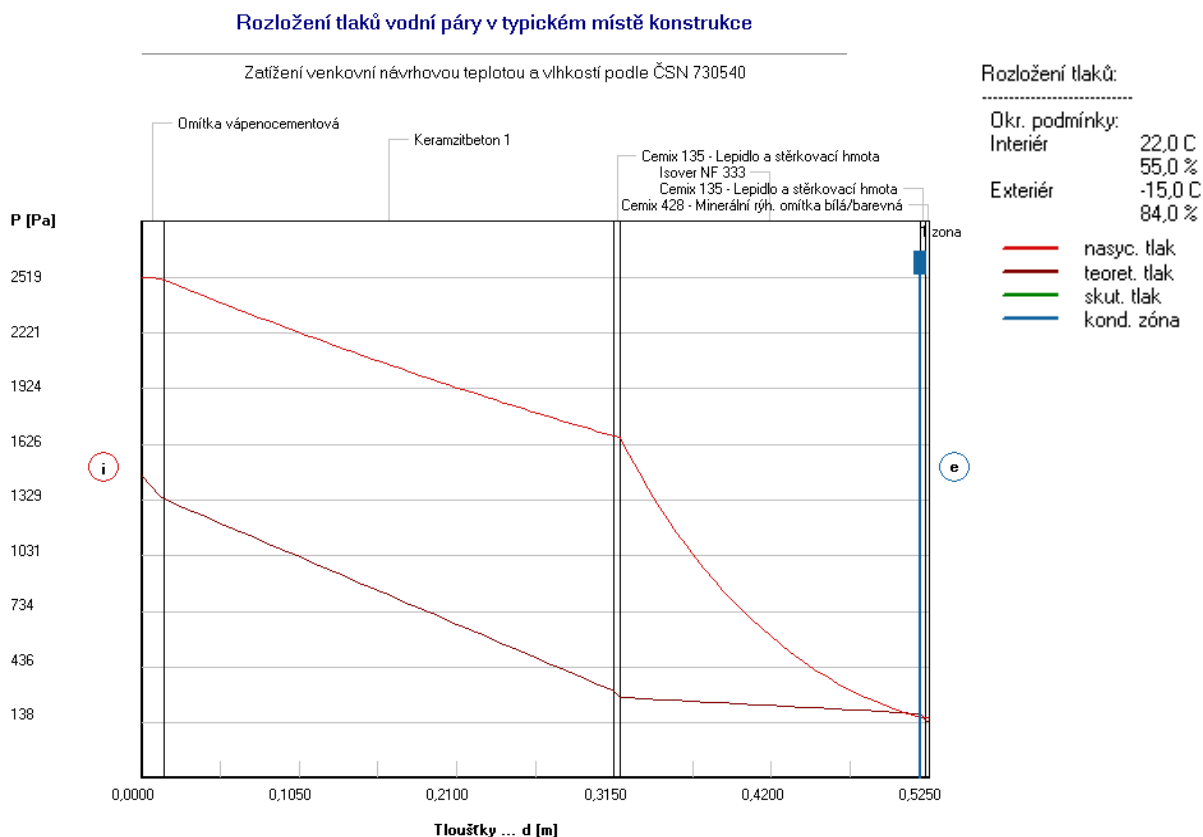
Tabulka 35: Tabulka požadovaných součinitelů prostupu tepla dle ČSN 73 0540

Porovnáme-li obrázek 93 zobrazující průběh teplot v konstrukci s obrázkem stávajícího stavu 91, zjistíme navýšení povrchové teploty místnosti o 3,05°C. Dále vidíme přesunutí poklesu teploty až v tepelné izolaci, což znamená možnosti většího množství naakumulování tepla do konstrukce stěny, konkrétně do keramzitbetonového panelu. Dále z výsledného hodnocení jsme zjistili hodnotu tepelného odporu  $R = 5,981 \text{ m}^2\text{K/W}$  a již zmiňovaný součinitel prostupu tepla  $U = 0,162 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



Obrázek 93: Obrázek průběhu teplot v místě zatepleného obvodového pláště z keramzitbetonového panelu - navrhovaný stav

Z obrázku 94 zobrazující rozložení tlaků a vodní páry můžeme vidět, že kondenzaci vodní páry dochází téměř na exteriérové straně skladby. Ke kondenzaci, dle výpočtů, dochází při venkovní teplotě nižší než  $-10,0^{\circ}\text{C}$  na rozhraní 4-5 vrstvy konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,5190 m a končí pravou hranicí 0,5190 m měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzovaná množství vodní páry je spočteno na  $3,320\text{E}-0008 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ .



**Obrázek 94: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě zatepleného obvodového pláště z keramzitbetonového panelu - navrhovaný stav**

Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,0189 \text{ kg}/(\text{m}^2.\text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $16,1145 \text{ kg}/(\text{m}^2.\text{rok})$ . Z výsledků vyplývá, že během roku dojde k vyschnutí posuzované skladby.

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér  $22,0^{\circ}\text{C}$ , 50,0% ; exteriér  $-15,0^{\circ}\text{C}$ , 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 5,981 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,162 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $0,0189 \text{ kg}/(\text{m}^2.\text{rok})$

Vypařená vodní pára:  $16,1145 \text{ kg}/(\text{m}^2.\text{rok})$

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-10,0^{\circ}\text{C}$ .

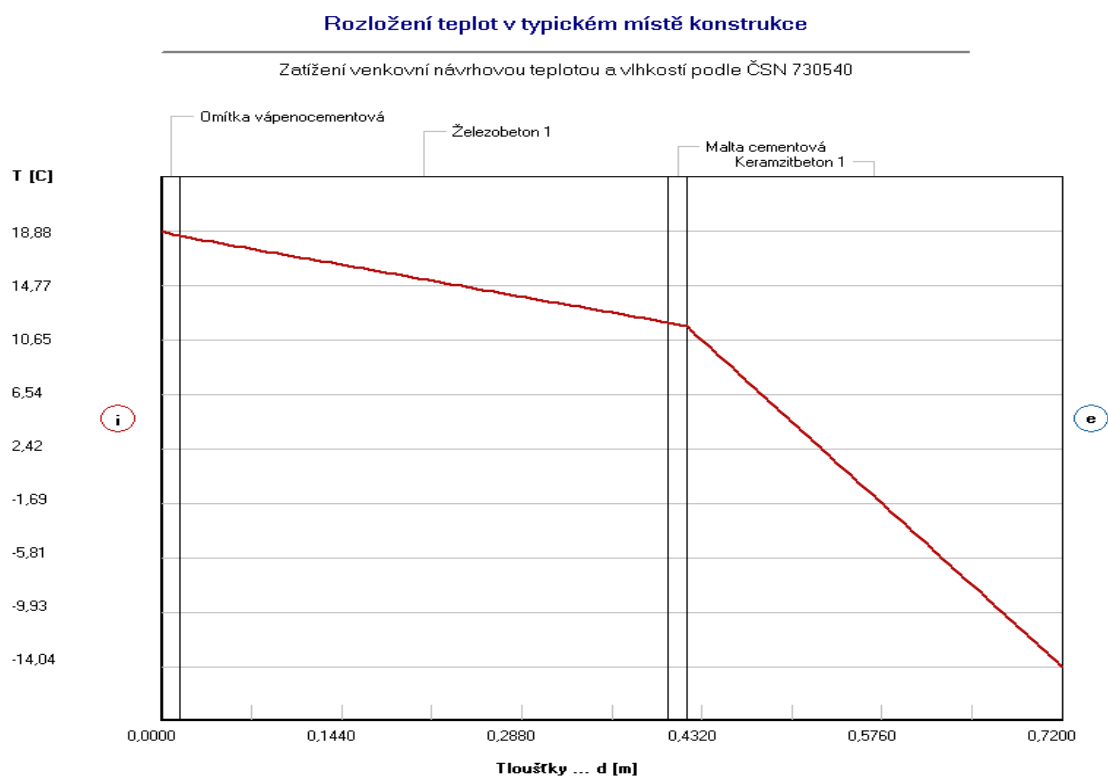
Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

## 2.2 Místo nosného sloupu s předsazeným keramzitbetonovým panelem

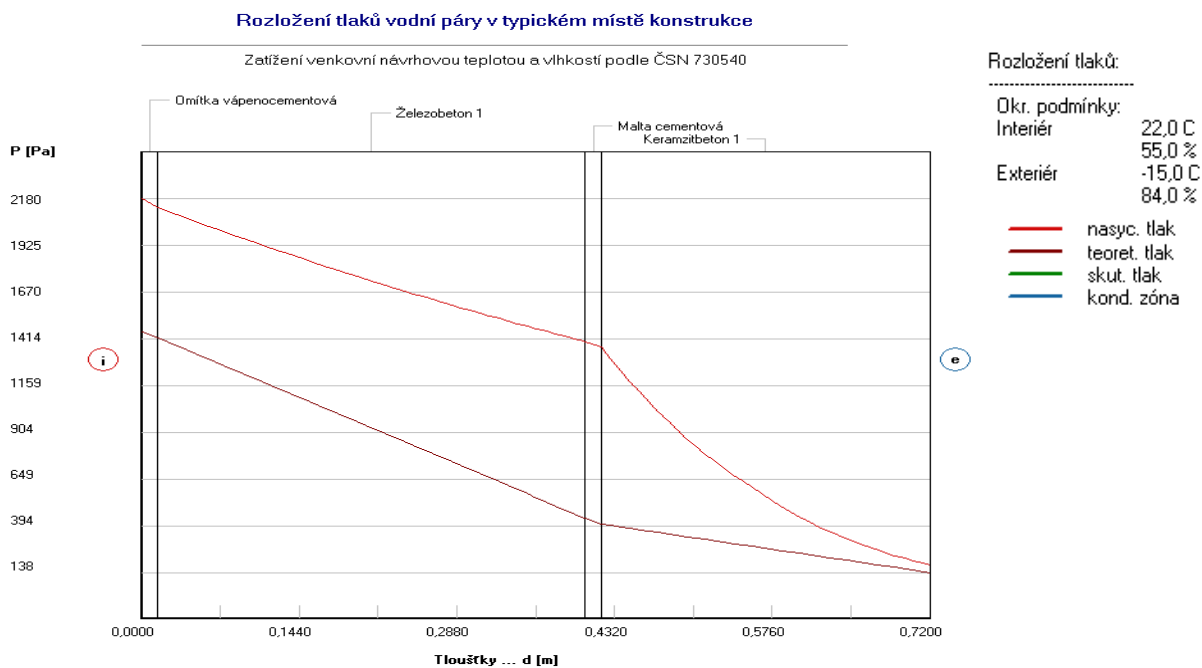
### Stávající stav

Nosný sloup je železobetonový o rozměrech 390 x 390 mm, před tímto sloupem je kotven panel z keramzitbetonu šířky 300 mm. Nyní zhodnotíme tepelně-technický stav stávajícího detailu, který nám napoví, jak moc je konstrukce vzhledem k současným tepelně-technickým požadavkům nevyhovující. Vypočteným součinitel prostupu tepla  $U = 0,648 \text{ W/m}^2\text{K}$  a tepelným odporem konstrukce  $R = 1,372 \text{ m}^2\text{K/W}$ , se skladba dle předpokladu neřadí mezi minimální požadované součinitele prostupu tepla uvedené v ČSN 73 0540 a skladba je tudíž nevyhovující. Na obrázku 95 je znázorněn průběh poklesu teploty v konstrukci. Lze si povšimnout, že teplota neklesá celou konstrukcí lineárně, ale že větší pokles teploty se odehrává v místě keramzitbetonového panelu. Dalo by se s nadsázkou říci, že tento panel působí jako tepelný izolant.



**Obrázek 95: Obrázek průběhu teplot v místě nosného sloupu a předsazené keramzitbetonového panelu - stávající stav**

Z rozložení tlaků vodní páry na obrázku 96 a z dalších hodnocení vyplývá, že v navrhované skladbě při venkovní návrhové teplotě ani při zhodnocení konstrukce během modelového roku nedochází ke kondenzaci vodní páry.



**Obrázek 96: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě nosného sloupu a předsazené keramzitbetonového panelu - stávající stav**

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 55,0% ; exteriér -15,0°C, 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 1,372 \text{ m}^2\text{K/W}$

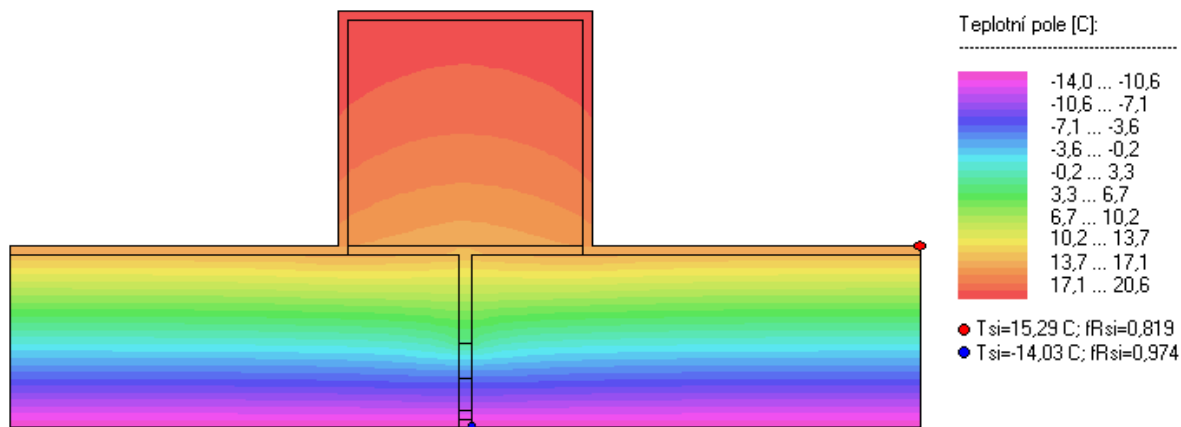
Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,648 \text{ W/m}^2\text{K}$

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Na následujícím obrázku 97 je znázorněno pole teplot stávajícího stavu předsazeného keramzitbetonového panelu v místě sloupu. Tento řešený detail je rozkreslen a přiložen v přílohách práce pod označením **XXIII.-A**.



**Obrázek 97: Obrázek pole teplot v místě nosného sloupu a předsazené keramzitbetonového panelu - stávající stav**

Navrhovaný stav

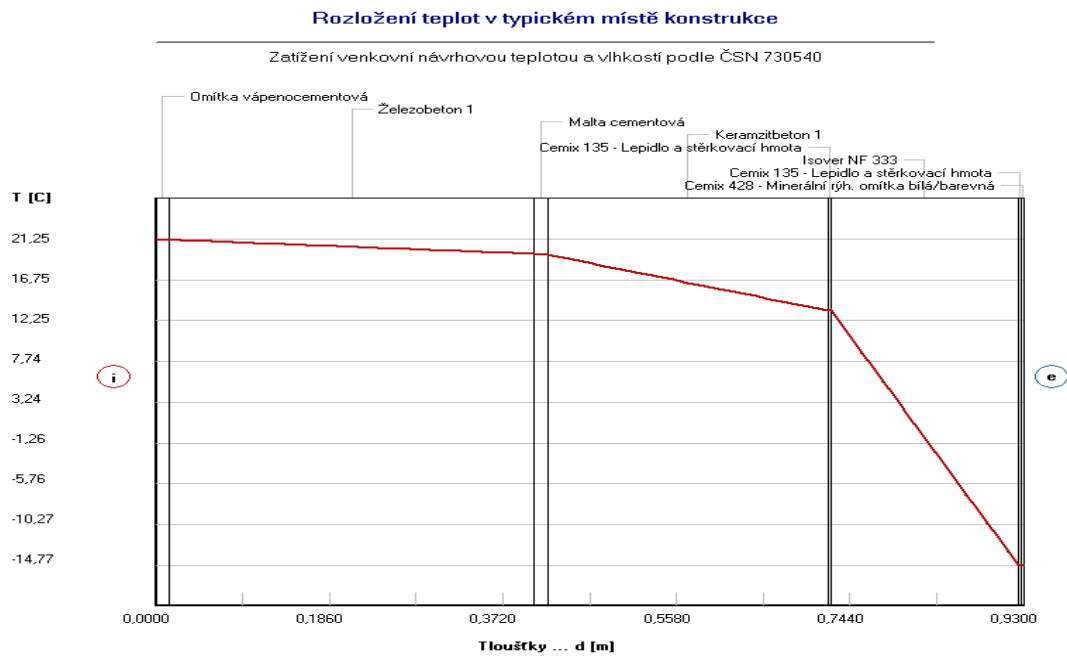
Jelikož byl typ a tloušťka tepelné izolace navržena již v posuzování stěny skládající se z keramzitbetonového panelu s vnitřní omítkou, není již nutné opět volit tepelnou izolaci včetně její tloušťky. Pro porovnání součinitelů prostupu tepla v místě sloupu s pouhou konstrukcí stěny, byla vytvořena tabulka 36 s vypočtenými součiniteli prostupu tepla dle typu a tloušťky jednotlivých izolací. Porovnáme-li námi zvolenou minerální izolace Isover NF 333 tl. 200 mm v místě pouhé stěny, kde je součinitel prostupu tepla  $U = 0,162 \text{ W/m}^2\text{K}$  a v místě sloupu  $U = 0,155 \text{ W/m}^2\text{K}$ , zjistíme podstatné zlepšení součinitele prostupu tepla konstrukce. Vzhledem k masivnější konstrukci stěny v místě sloupu je ale v tomto místě snížení součinitele prostupu tepla předvídatelné a logické.

- 1- Fasádní minerální tepelná izolace s kolmým vláknem čedičovým (Isover NF 333)
- 2- Fasádní minerální tepelná izolace s podélným vláknem čedičovým (Isover TF Profi)
- 3- Fasádní minerální tepelná izolace z kamenné vlny s kolmým vláknem (ROCKWOOL FASROCK LL)
- 4- Fasádní pěnový polystyren (Isover EPS 70 F)
- 5- Fasádní pěnový polystyren s grafitovými příměsi (Isover EPS Grey Wall)
- 6- Dřevovláknitá izolace (STEICO Therm)
- 7- Fenolitická pěna (KOOLTHERM K5)

Tepel. izolant	Souč. prostupu tepla $U_N$ ( $\text{W/m}^2\text{K}$ ) při zateplení tepel. Izolantem tl. (mm)									
	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
1	0,250	0,223	0,201	0,183	0,168	0,155	0,144	0,135	0,127	0,119
2	0,230	0,204	0,183	0,167	0,152	0,141	0,130	0,122	0,114	0,107
3	0,250	0,223	0,201	0,183	0,168	0,155	0,144	0,135	0,127	0,119
4	0,242	0,216	0,194	0,177	0,162	0,149	0,139	0,130	0,122	0,114
5	0,213	0,188	0,168	0,152	0,139	0,128	0,119	0,110	0,103	0,097
6	0,246	0,219	0,198	0,180						
7	0,152	0,132	0,117	0,105	0,095					

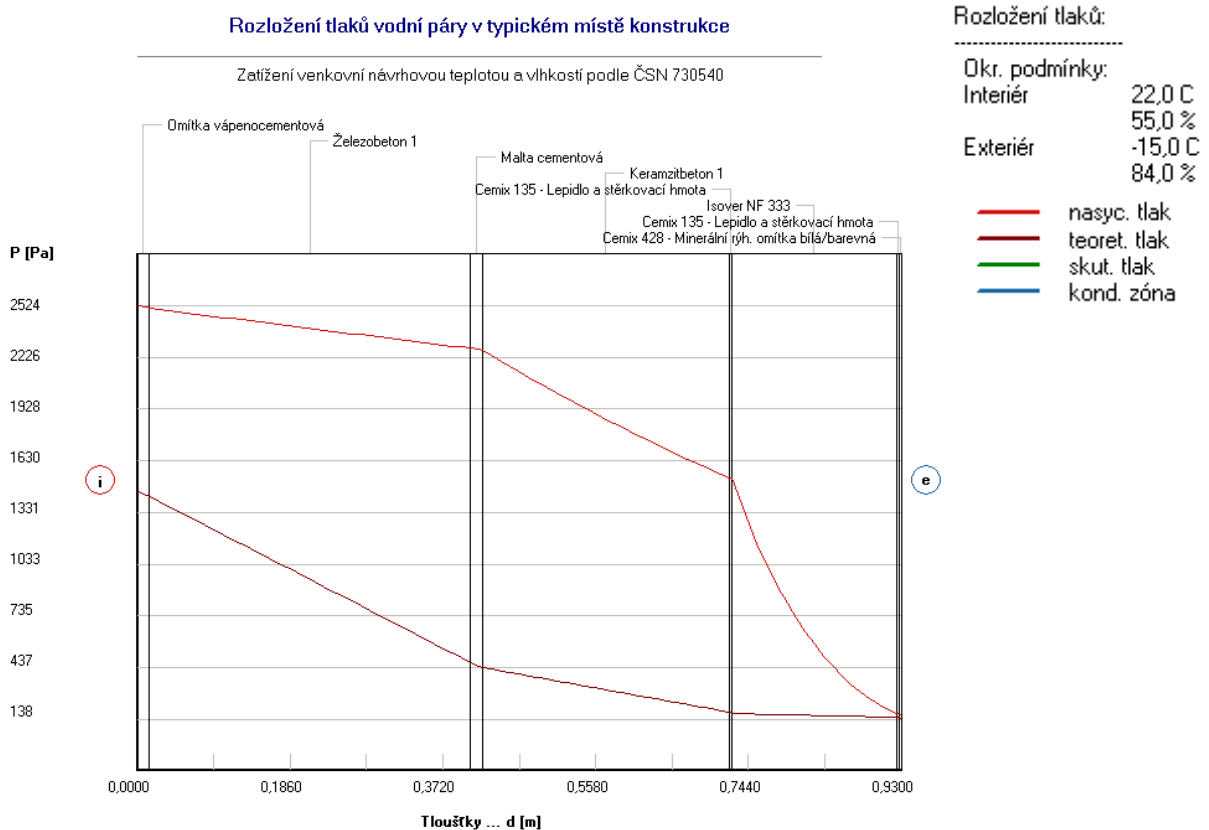
Tabulka 36: Tabulka součinitelů prostupu tepla v závislosti na typu tepelné izolace a její tloušťce

Na obrázku 98 je opět znázorněn průběh teplot již v navržené skladbě konstrukce. Opět si můžeme povšimnout mírného navýšení povrchové teploty místnosti o  $2,37^\circ\text{C}$ , ale hlavně rapidního poklesu teploty v konstrukci až v místě tepelné izolace, tedy minerální vaty Isover NF 333 tl. 200 mm. Z výstupů programu byl zjištěn spočtený součinitel prostupu tepla  $U = 0,155 \text{ W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor  $R = 6,267 \text{ m}^2\text{K/W}$ .



Obrázek 98: Obrázek průběhu teplot v místě nosného sloupu a předsazené keramzitbet. panelu - navrhovaný stav

Z rozložení tlaků vodní páry na obrázku 99 a z dalších hodnocení vyplývá, že v navrhované skladbě při venkovní návrhové teplotě ani při zhodnocení konstrukce během modelového roku nedochází ke kondenzaci vodní páry.



Obrázek 99: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě nosného sloupu a předsazené keramzitbetonového panelu - navrhovaný stav

Rekapitulace výsledků z vyhodnocení protokolu programu Teplo:

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 55,0% ; exteriér -15,0°C, 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 6,267 \text{ m}^2\text{K/W}$

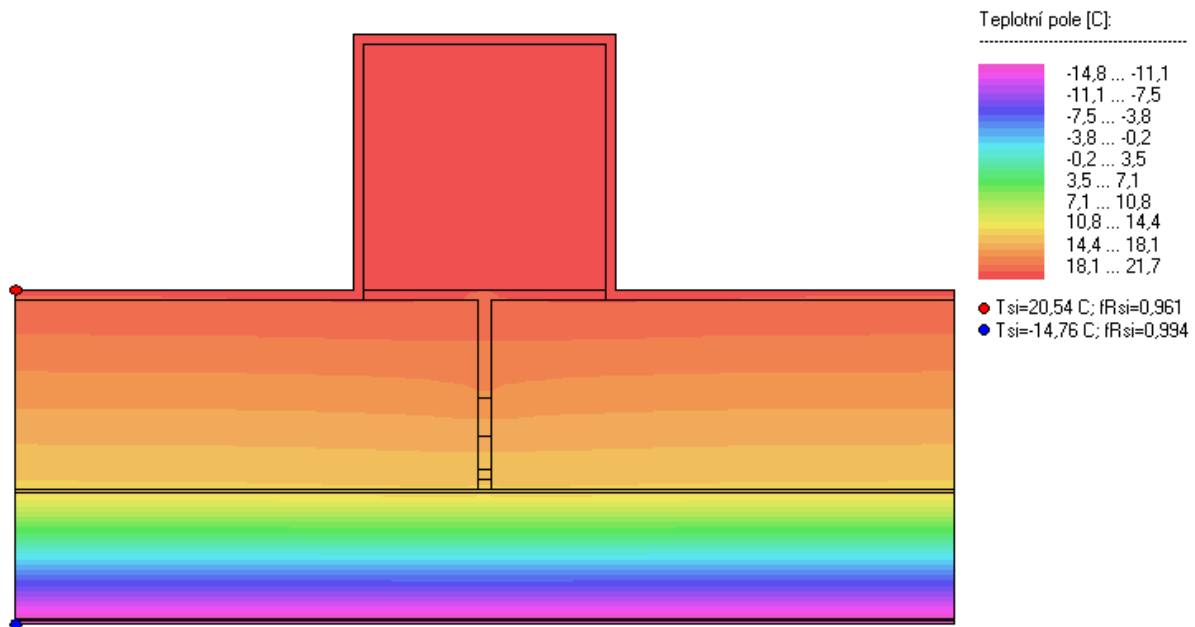
Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,155 \text{ W/m}^2\text{K}$

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Na následujícím obrázku 100 je znázorněno pole teplot navrhovaného stavu předsazeného keramzitbetonového panelu v místě sloupu. Tento řešený detail je rozkreslen a přiložen v přílohách práce pod označením **XXIII.-B**.



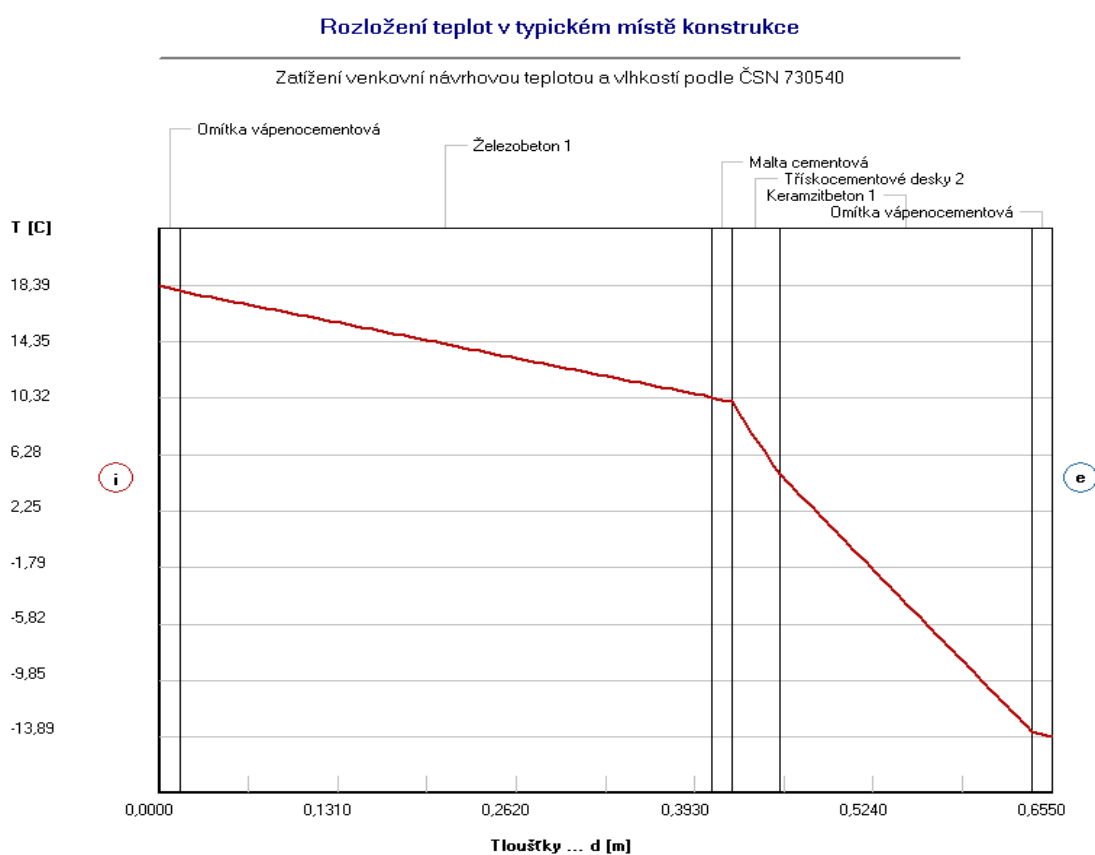
Obrázek 100: Obrázek pole teplot v místě nosného sloupu a předsazené keramzitbetonového panelu - navrhovaný stav

## 2.3 Místo nosného sloupu s částečně předsazeným keramzitbetonovým panelem

### Stávající stav

Tento detail místa, ve kterém následně bude provedeno posouzení konstrukce, je obdobný jako u předsazeného panelu v místě sloupu. Odlišný je pouze v tloušťce předsazení panelu, namísto 300 mm je předsazen pouze 220 mm a doplněn třískocementovou deskou neboli „Heraklitem“ tl. 35 mm.

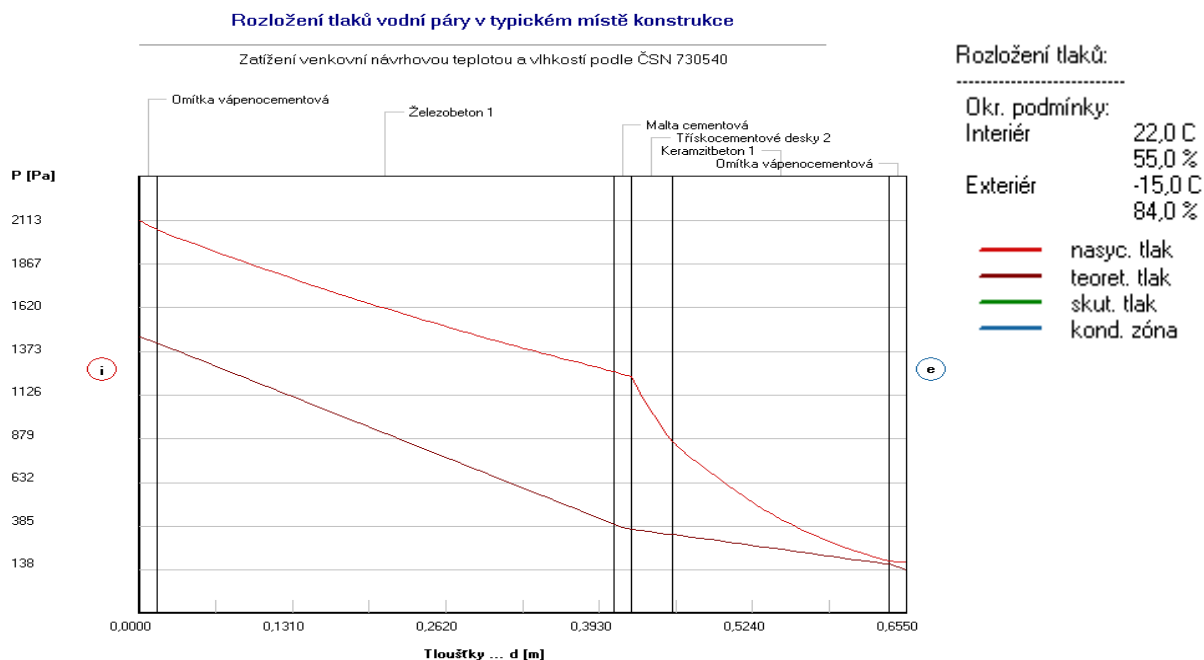
Programem „Teplo“ byl spočten součinitel prostupu tepla skladby  $U = 0,760 \text{ W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor  $R = 1,146 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Na následujícím obrázku 101 je zobrazen průběh teplot v konstrukci.



**Obrázek 101: Obrázek průběhu teplot v místě nosného sloupu a částečně předsazené keramzitbetonového panelu - stávající stav**

Z obrázku 102 zobrazující rozložení tlaků a vodní páry je znázorněno, že při venkovní návrhové teplotě, tedy  $-15^\circ\text{C}$  nedochází ke kondenzaci vodní páry.





**Obrázek 102:** Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě nosného sloupu a částečně předsazené keramzitbetonového panelu - stávající stav

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceního protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 50,0% ; exteriér -15,0°C, 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 1,146 \text{ m}^2\text{K/W}$

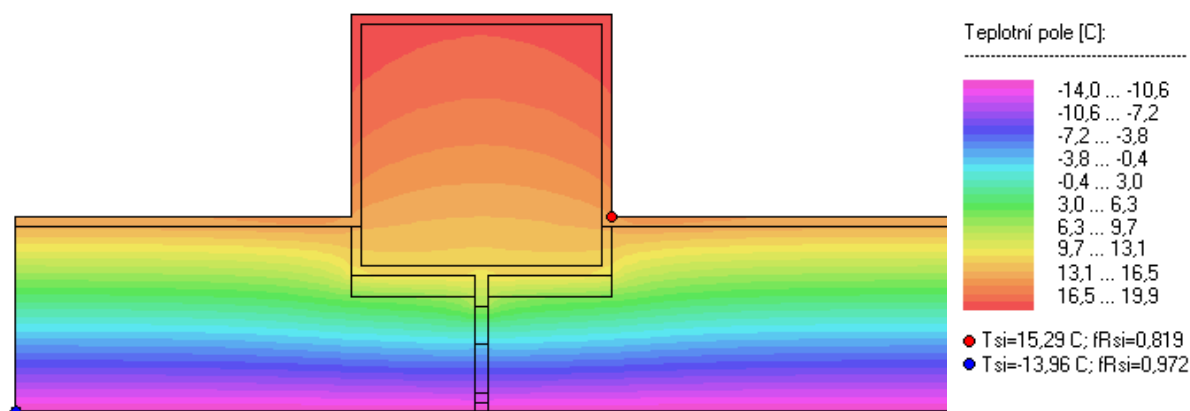
Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,760 \text{ W/m}^2\text{K}$

Při venkovní návrhové teplotě nedochází ke kondenzaci vodní páry.

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Na následujícím obrázku 103 je znázorněno pole teplot stávajícího stavu částečně předsazeného keramzitbetonového panelu v místě sloupu. Tento řešený detail je rozkreslen a přiložen v přílohách práce pod označením **XXIV.-A**.



**Obrázek 103:** Obrázek pole teplot v místě nosného sloupu a částečně předsazené keramzitbetonového panelu - stávající stav

Navrhovaný stav

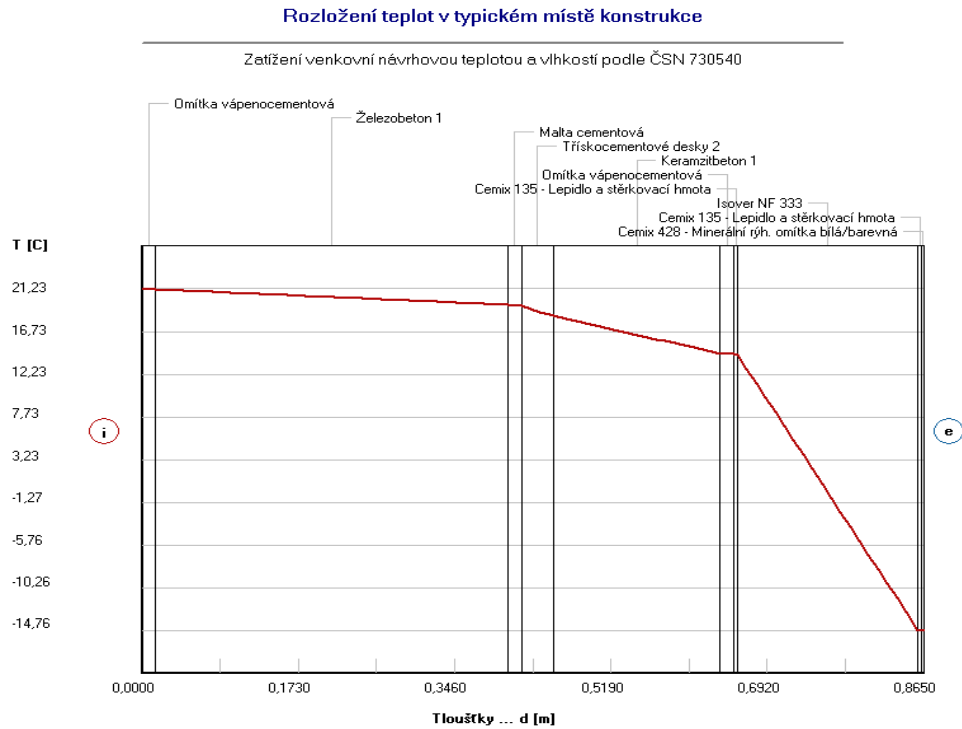
Opět jako u konstrukce stěny s plně předsazeným panelem je v následující tabulce 37 provedeno porovnání součinitelů prostupu tepla různých typů tepelných izolantů a tloušťek.

- 1- Fasádní minerální tepelná izolace s kolmým vláknem čedičovým (Isover NF 333)
- 2- Fasádní minerální tepelná izolace s podélným vláknem čedičovým (Isover TF Profi)
- 3- Fasádní minerální tepelná izolace z kamenné vlny s kolmým vláknem (ROCKWOOL FASROCK LL)
- 4- Fasádní pěnový polystyren (Isover EPS 70 F)
- 5- Fasádní pěnový polystyren s grafitovými příměsi (Isover EPS Grey Wall)
- 6- Dřevovláknitá izolace (STEICO Therm)
- 7- Fenolitická pěna (KOOLTHERM K5)

Tepel. izolant	Souč. prostupu tepla $U_N$ ( $W/m^2K$ ) při zateplení tepel. Izolantem tl. (mm)									
	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
1	0,265	0,235	0,211	0,191	0,175	0,161	0,149	0,139	0,130	0,122
2	0,243	0,214	0,191	0,173	0,158	0,145	0,134	0,125	0,117	0,110
3	0,265	0,235	0,211	0,191	0,175	0,161	0,149	0,139	0,130	0,122
4	0,256	0,227	0,203	0,184	0,168	0,155	0,143	0,134	0,125	0,117
5	0,224	0,197	0,175	0,168	0,144	0,132	0,122	0,113	0,106	0,099
6	0,261	0,231	0,207	0,187						
7	0,158	0,136	0,120	0,107	0,097					

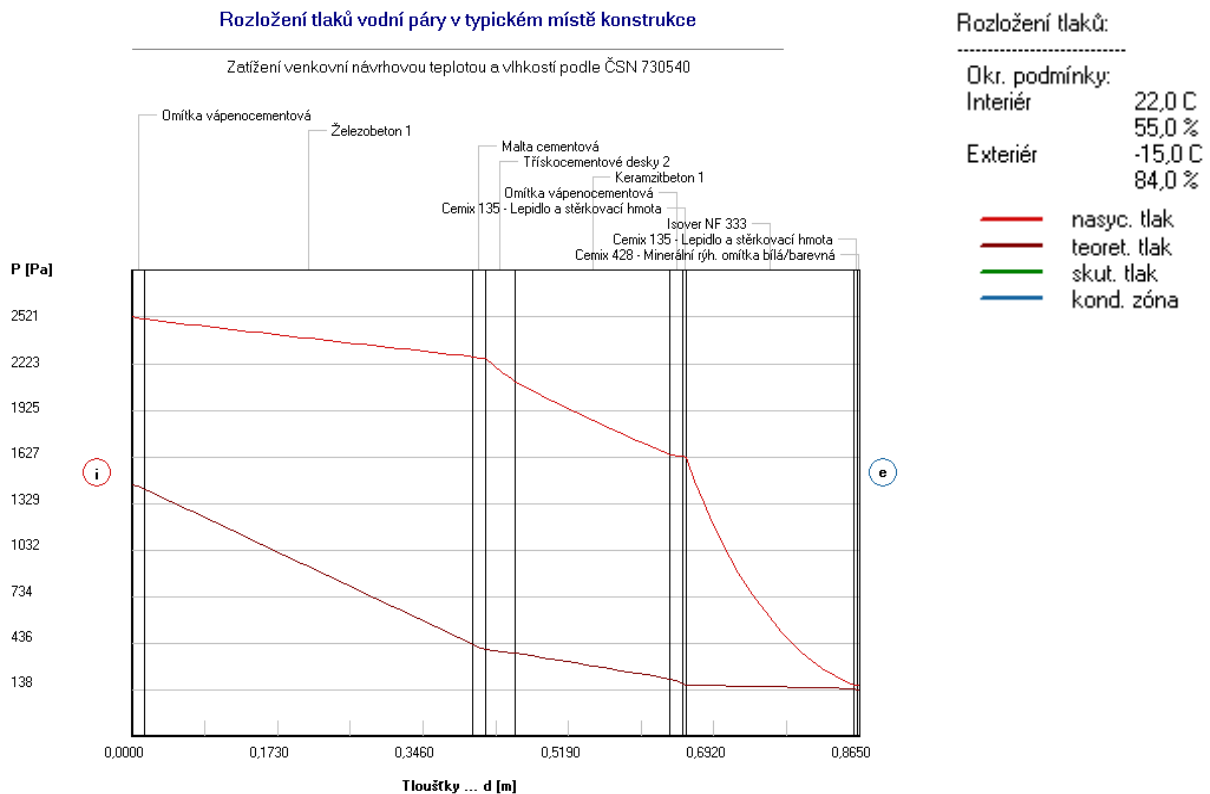
Tabulka 37: Tabulka součinitelů prostupu tepla v závislosti na typu tepelné izolace a její tloušťce

Na obrázku 104 je znázorněn průběh teplot již v navržené skladbě konstrukce, tedy s tepelnou izolací Isover NF 333, kterou jsme zvolili již posuzovaní konstrukce stěny skládající se pouze z keramzitbetonového panelu a omítky. Opět si můžeme povšimnout mírného navýšení povrchové teploty místnosti o  $2,89^\circ C$ . Z výstupů programu byl zjištěn spočtený součinitel prostupu tepla  $U = 0,161 W/m^2K$  a tepelný odpor  $R = 6,040 m^2K/W$ .



**Obrázek 104: Obrázek průběhu teplot v místě nosného sloupu a částečně předsazené keramzitbetonového panelu - navrhovaný stav**

Z obrázku 105 zobrazující rozložení tlaků a vodní páry můžeme vidět, že při venkovní návrhové teplotě nedochází v navržené skladbě stěny ke kondenzaci vodní páry.



**Obrázek 105: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě nosného sloupu a částečně předsazené keramzitbetonového panelu - navrhovaný stav**

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 50,0% ; exteriér -15,0°C, 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 6,040 \text{ m}^2\text{K/W}$

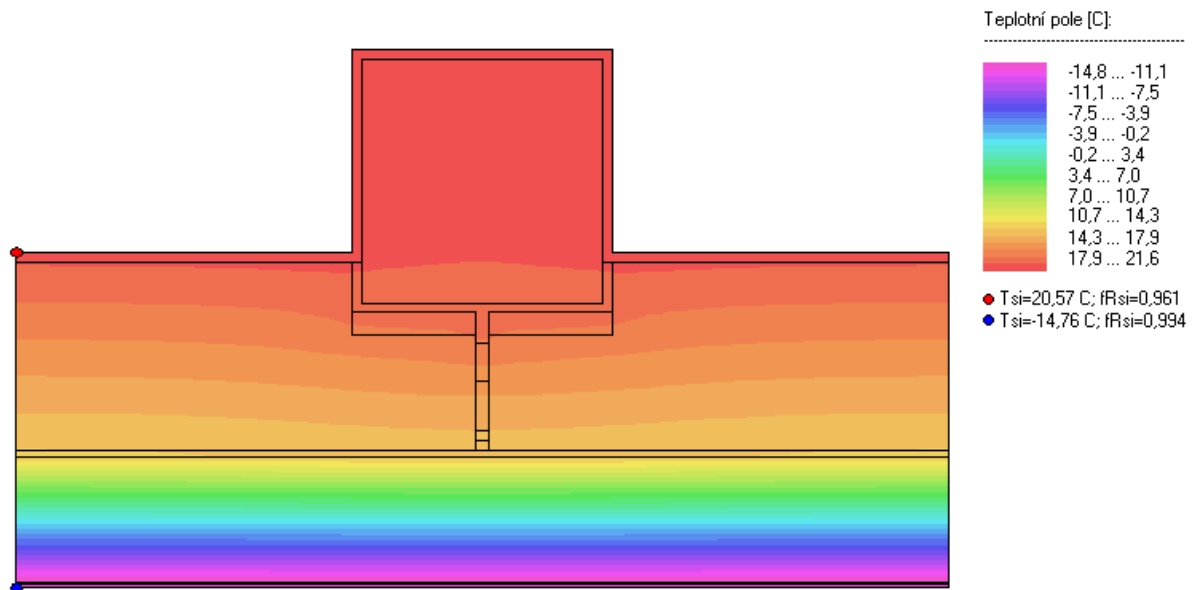
Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,161 \text{ W/m}^2\text{K}$

Při venkovní návrhové teplotě nedochází ke kondenzaci vodní páry.

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Na následujícím obrázku 106 je znázorněno pole teplot navrhovaného stavu částečně předsazeného keramzitbetonového panelu v místě sloupu. Tento řešený detail je rozkreslen a přiložen v přílohách práce pod označením **XXIV.-B.**



Obrázek 106: Obrázek pole teplot v místě nosného sloupu a částečně předsazené keramzitbetonového panelu - navrhovaný stav

## 2.4 Místo obvodového pláště z cihel CDm P 200

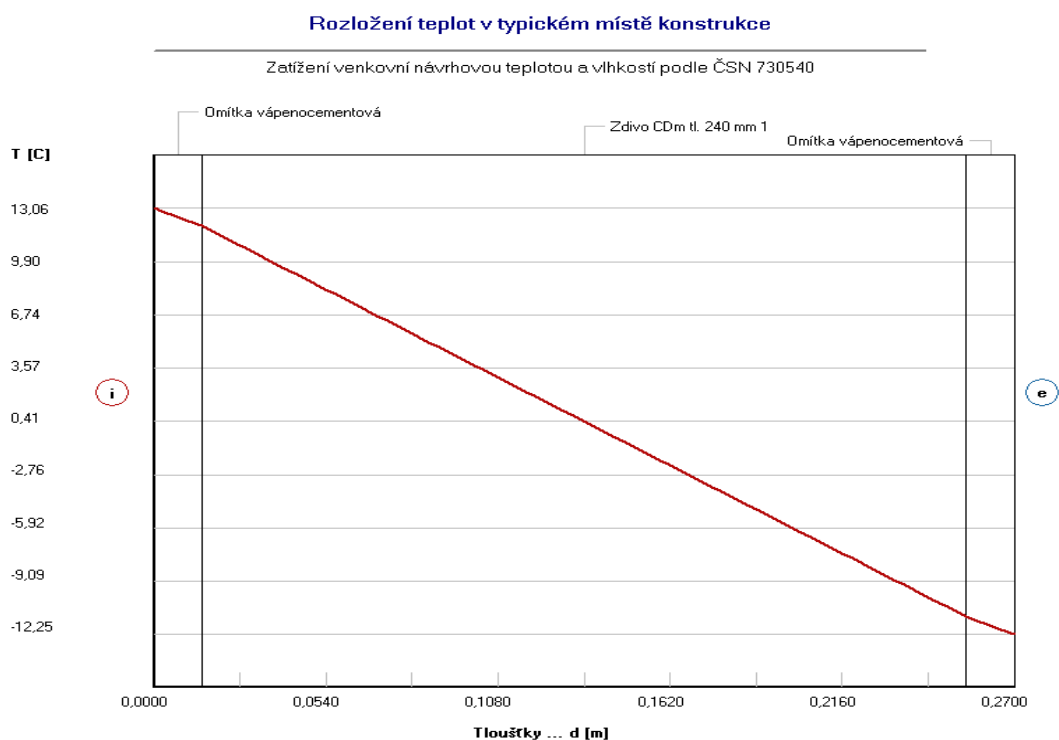
Poněvadž byl vyžadován obvodový plášť prováděn z cihel CDm ve třech tloušťkách, konkrétně tloušťky 240, 300 a 375 mm, provedeme zhodnocení pláště ve všech variantách.

### 2.4.1 Zdivo z CDm tl. 240 mm

#### Stávající stav

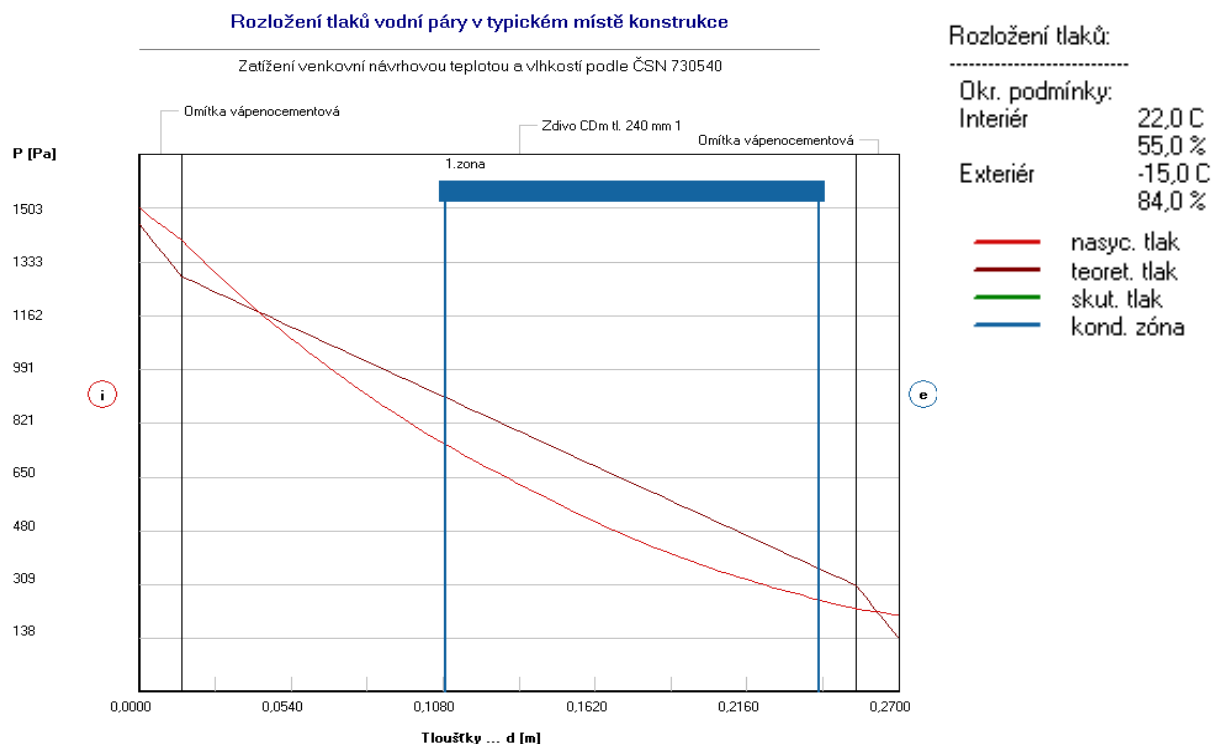
Plášť tloušťky 240 mm tvoří již zmíněné cihly CDm. Na povrchu zdiva v interiéru i exteriéru jsou provedeny vápenocementové omítky (detail stávajícího stavu obvodového pláště je přiložen v přílohách práce pod označením **XXV.**). Okrajové podmínky jsou stejné, jako v předešlých posudcích. Na interiéru jsou tedy simulované obývací místnosti o teplotě vzduchu 22,0°C a vlhkosti 50,0%. Exteriér byl opět zařazen do oblasti Benešova, kde venkovní návrhová teplota dle ČSN 73 0540 je -15,0°C a vlhkost 84,0%.

Z výsledků námi používaného programu „Teplo“ byl zjištěn součinitel prostupu tepla  $U = 1,858 \text{ W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor  $R = 0,368 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Na obrázku 107 je zobrazeno velmi nízká povrchová teplota exteriéru 13,06°C. Zda je tato hodnota povrchové teploty již hraniční pro vznik plísní, to posoudíme v dalších odstavcích.



**Obrázek 107: Obrázek průběhu teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 240 mm - stávající stav**

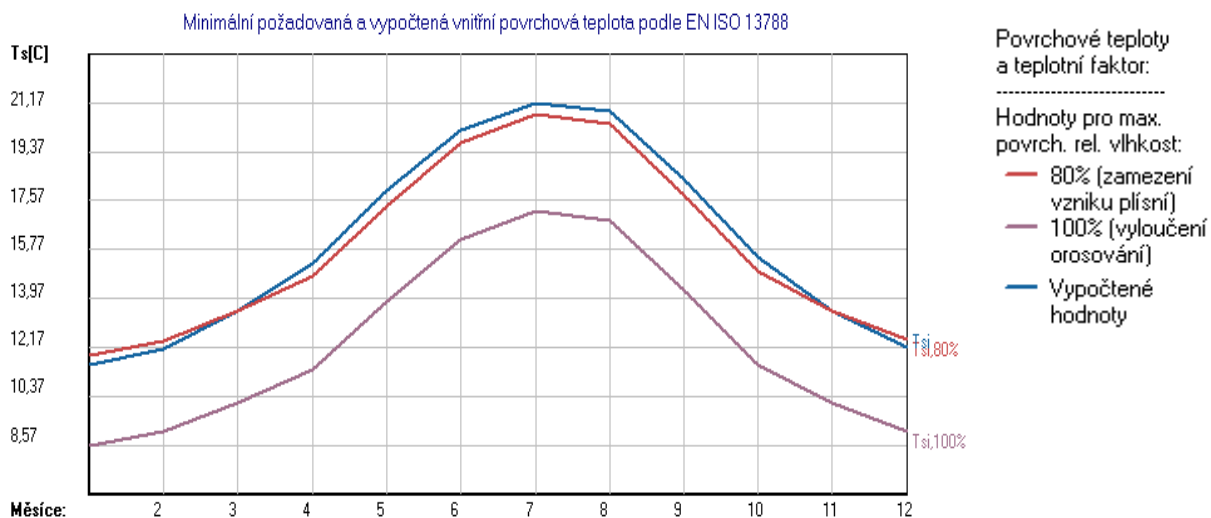
Nejprve si poukažme na kondenzační zónu, která je zobrazena na obrázku 108. Ke kondenzaci, dle výpočtů, dochází při venkovní teplotě nižší než -5,0°C v 2. vrstvě konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,1090 m a končí pravou hranicí 0,2418 m měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na 8,353E-0008 kg/(m<sup>2</sup>s).



**Obrázek 108: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 240 mm - stávající stav**

Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,0800 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $4,6746 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ . Z výsledků vyplývá, že během modelového roku dojde k vypaření zkondenzované vodní páry ze skladby stěny.

Nyní je na místě provést již zmíněné posouzení, zda nedochází vlivem nízké povrchové teploty ke vzniku plísní. Na obrázku 109 můžeme vidět průběh vypočtené povrchové teploty protínající křivku značící mez pro vznik plísní. Tvorba plísní v posuzované oblasti obvodového pláště vzniká od druhé poloviny října do 1/3 března.



**Obrázek 109: Obrázek povrchových teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 240 mm - stávající stav**

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 50,0% ; exteriér -15,0°C, 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 0,368 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 1,858 \text{ W/m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $0,0800 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{rok)}$

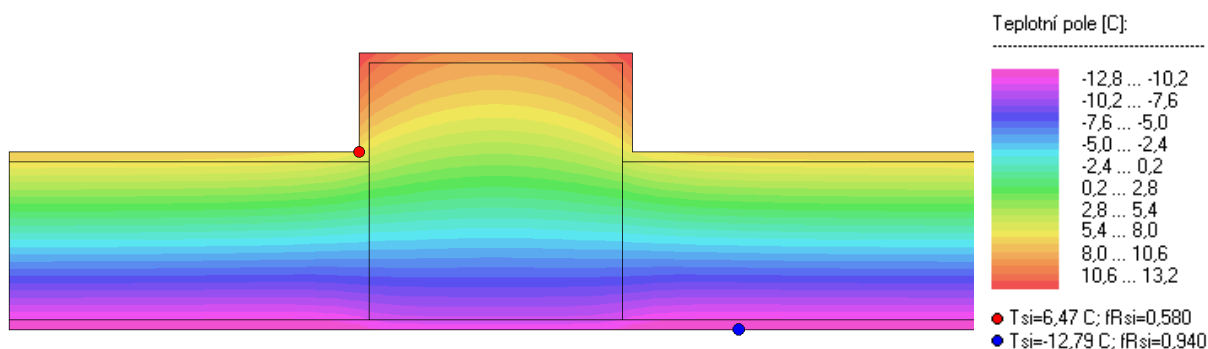
Vypařená vodní pára:  $4,6746 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{rok)}$

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^\circ\text{C}$ .

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Na následujícím obrázku 110 je znázorněno pole teplot stávajícího stavu obvodového pláště z CDM o tloušťce zdiva 240 mm v místě nosného sloupu. Tento řešený detail je rozkreslen a přiložen v přílohách práce pod označením **XXVI.-A**.



**Obrázek 110: Obrázek pole teplot v místě obvodového pláště z cihel CDM, tloušťka zdiva 240 mm a nosného sloupu - stávající stav**

### Navrhovaný stav

Abychom si udělali představu, jaký tepelný izolant zvolit, jakou tloušťku a zda postačí jako již v předchozích případech námi volený tepelný izolant Isover NF 333 vytvořili jsme si tabulku 38. V této tabulce jsou spočteny součinitelé prostupu tepla dle jednotlivých typů izolantů a jejich tloušťek.

- 1- Fasádní minerální tepelná izolace s kolmým vláknem čedičovým (Isover NF 333)
- 2- Fasádní minerální tepelná izolace s podélným vláknem čedičovým (Isover TF Profi)
- 3- Fasádní minerální tepelná izolace z kamenné vlny s kolmým vláknem (ROCKWOOL FASROCK LL)
- 4- Fasádní pěnový polystyren (Isover EPS 70 F)
- 5- Fasádní pěnový polystyren s grafitovými příměsi (Isover EPS Grey Wall)
- 6- Dřevovláknitá izolace (STEICO Therm)
- 7- Fenolitická pěna (KOOLTHERM K5)

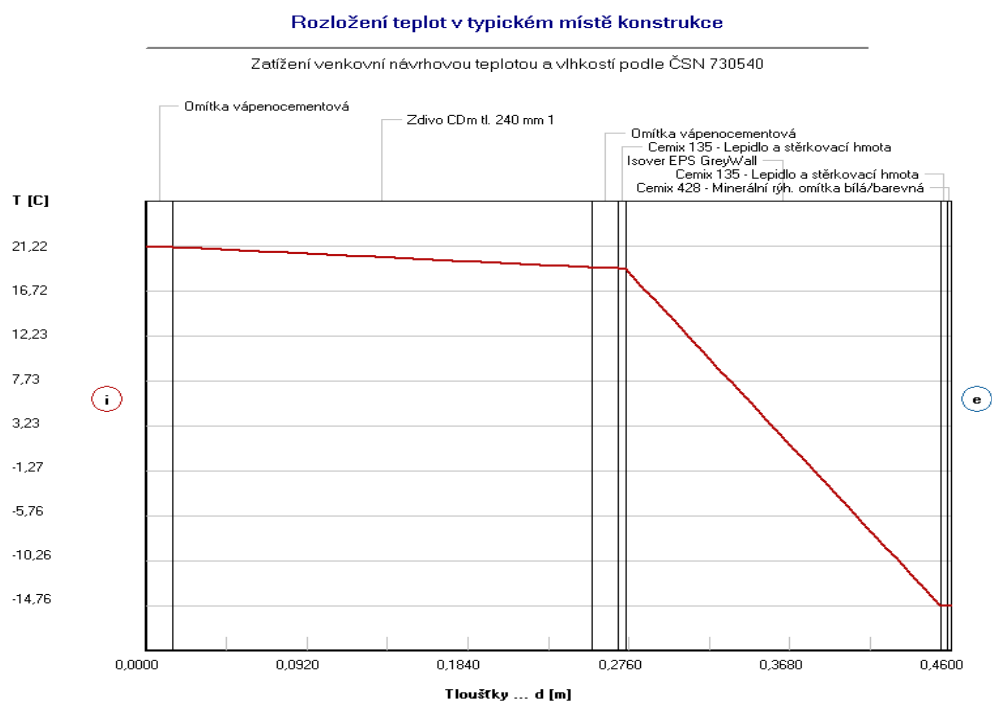
Tepel. izolant	Souč. prostupu tepla $U_N$ ( $W/m^2K$ ) při zateplení tepel. Izolantem tl. (mm)									
	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
1	0,334	0,287	0,252	0,224	0,202	0,184	0,169	0,156	0,145	0,135
2	0,300	0,257	0,225	0,200	0,180	0,164	0,150	0,138	0,129	0,120
3	0,334	0,287	0,252	0,224	0,202	0,175	0,169	0,156	0,145	0,135
4	0,321	0,275	0,241	0,215	0,193	0,176	0,161	0,149	0,138	0,129
5	0,272	0,232	0,203	0,180	0,162	0,147	0,135	0,124	0,115	0,107
6	0,327	0,281	0,247	0,220						
7	0,180	0,153	0,132	0,117	0,105					

Tabulka 38: Tabulka součinitelů prostupu tepla v závislosti na typu tepelné izolace a její tloušťce

Pokud se chceme s navrhovanou skladbou zařadit do kategorie součinitelů prostupu tepla pro pasivní budovy, tedy abychom se s objektem zařadili do úsporné energetické třídy, je nutné splnit podmínku, aby součinitel prostupu tepla navržené skladby byl nižší než  $0,18 W/m^2K$ . Z tabulky je jasně viditelné, že minerální vatou Isover NF 333 tloušťky 200 mm, kterou jsme používali ve všech předchozích případech, této podmínky nebude dosaženo. Bylo by ovšem možné navýšit tloušťku této izolace. Tím bychom ale získali již příliš tlustou vrstvu tepelné izolace, která by nebyla na objektu příliš estetická. Je nutné proto zvolit jiný tepelný izolant, se kterým dosáhneme námi požadované hodnoty součinitele prostupu tepla i s menší tloušťkou izolantu. Vzhledem k cenám produktů lze vzít v potaz minerální tepelnou izolaci Isover TF Profi a pěnový polystyren s grafitovými příměsemi Isover EPS Grey Wall. Vzhledem k nízkému faktoru difúzního odporu minerální izolace oproti pěnovému polystyrenu by bylo na místě zvolit minerální izolaci, i když její cena je podstatně vyšší. V dnešní době převládá zateplování budov pomocí pěnových polystyrenů. Právě proto zvolme pěnový polystyren, abychom vytvořili porovnání nově navržených skladeb s pěnovým polystyrenem s již navrženými skladbami s minerální vatou.

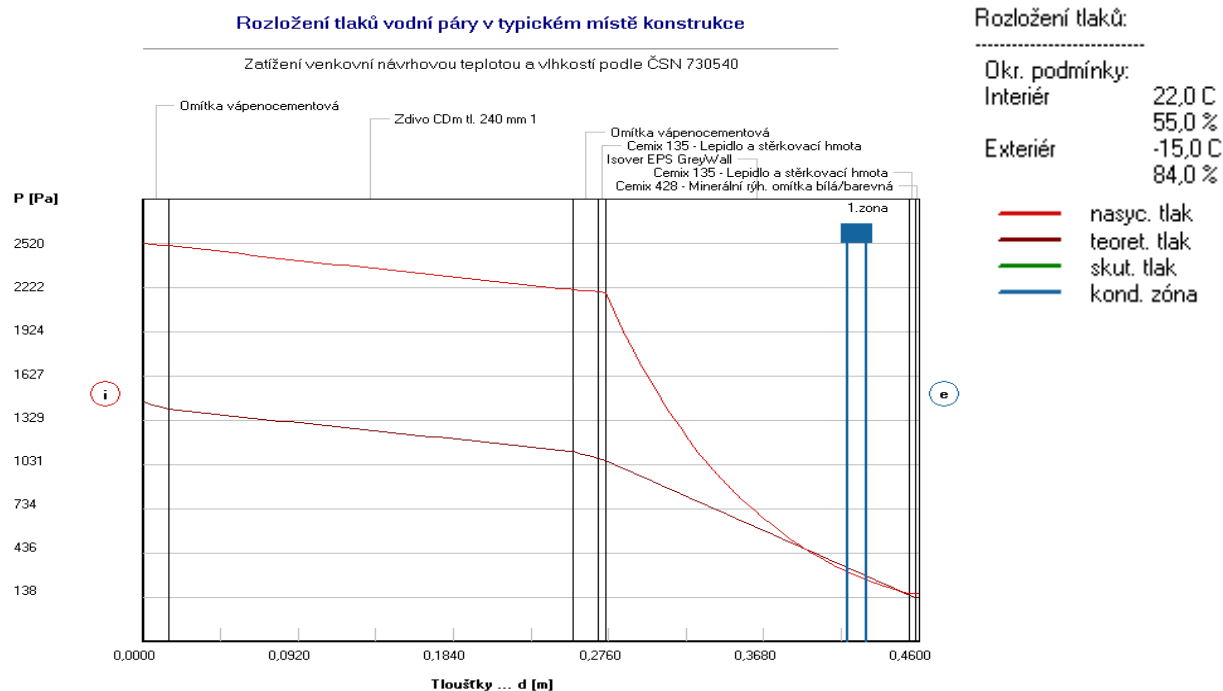
Zvolíme-li tedy tloušťku 180 mm námi vybrané tepelné izolace Isover EPS Grey Wall (detail stávajícího stavu obvodového pláště je přiložen v přílohách práce pod označením **XXV.**), a provedeme tepelně technické zhodnocení navržené skladby v námi využívaném programu, zjistíme, že součinitel prostupu tepla  $U = 0,162 W/m^2K$  a tepelný odpor  $R = 6,010 m^2K/W$ . Na obrázku 111 je vidět úspěšné navýšení povrchové teploty. Oproti stávajícímu stavu došlo k navýšení povrchové teploty o  $8,16^\circ C$ .





**Obrázek 111: Obrázek průběhu teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 240 mm - navrhovaný stav**

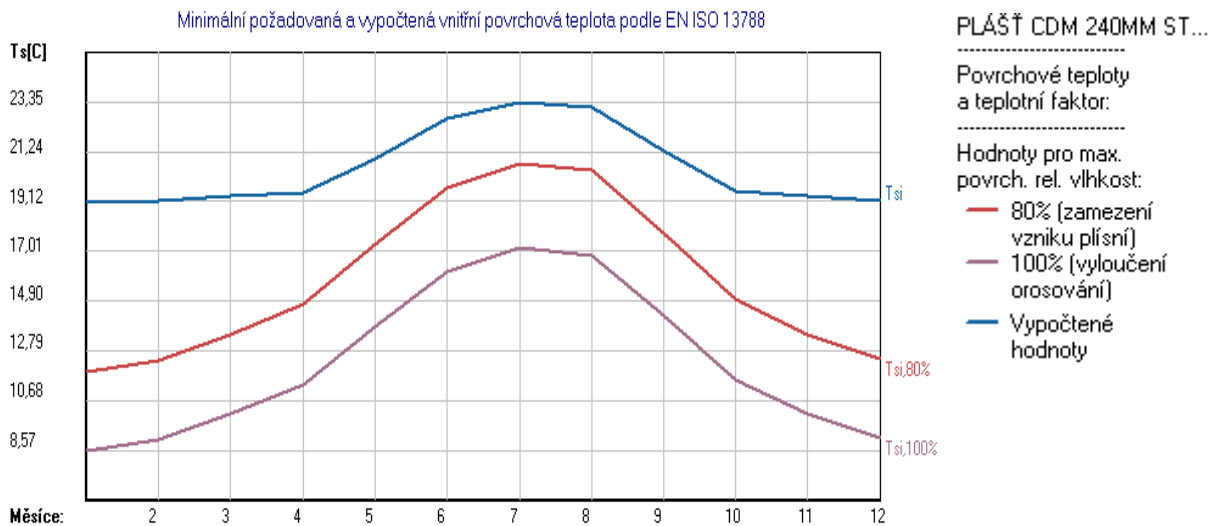
Z obrázku 112, na němž je zobrazeno rozložení tlaků vodní páry a z výsledků hodnocení vypracované softwarem je zjištěno, že ke kondenzaci vodní páry dochází při venkovní teplotě nižší než  $-10,0^{\circ}\text{C}$  v 5. vrstvě konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,4175 m a končí pravou hranicí 0,4286 m měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na  $6,564\text{E}-0009 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ .



**Obrázek 112: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 240 mm - navrhovaný stav**

Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,0038 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $2,6056 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ . Z výsledků vyplývá, že během modelového roku dojde k vypaření zkondenzované vodní páry ze skladby stěny.

Na obrázku 113 je znázorněno, že navýšením povrchové teploty interiéru je zabráněno tvorbě plísní.



Obrázek 113: Obrázek povrchových teplot v místě obvodového pláště z cihel CDM, tloušťka zdiva 240 mm - navrhovaný stav

Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér  $22,0^\circ\text{C}$ , 50,0% ; exteriér  $-15,0^\circ\text{C}$ , 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 6,010 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,162 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $0,0038 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

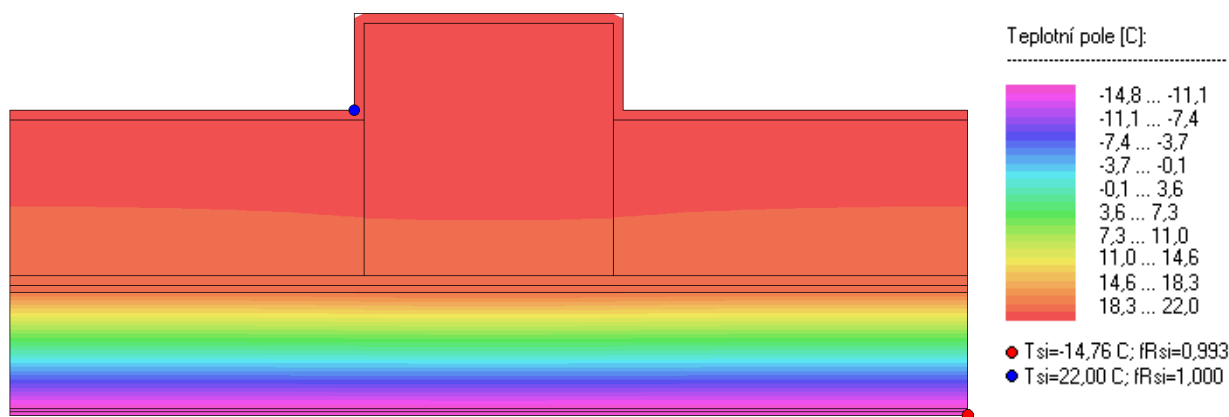
Vypařená vodní pára:  $2,6056 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-10,0^\circ\text{C}$ .

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Na následujícím obrázku 114 je znázorněno pole teplot navrhovaného stavu obvodového pláště z CDM o tloušťce zdiva 240 mm v místě nosného sloupu. Tento řešený detail je rozkreslen a přiložen v přílohách práce pod označením **XXVI.-B.**

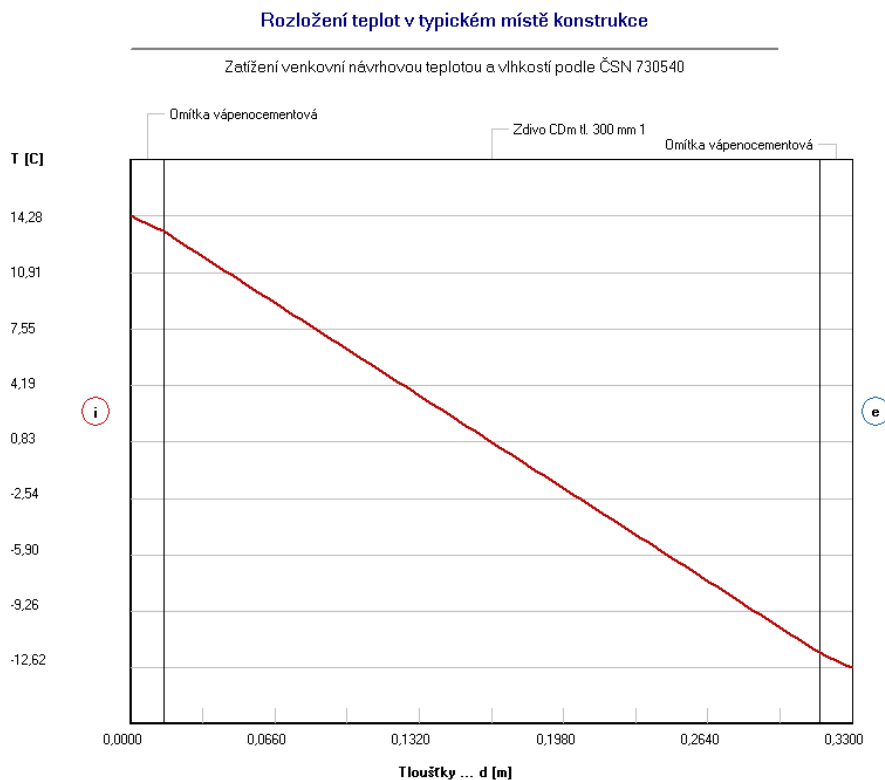


Obrázek 114: Obrázek pole teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 240 mm a nosného sloupu - navrhovaný stav

## 2.4.2 Zdivo z CDm tl. 300 mm

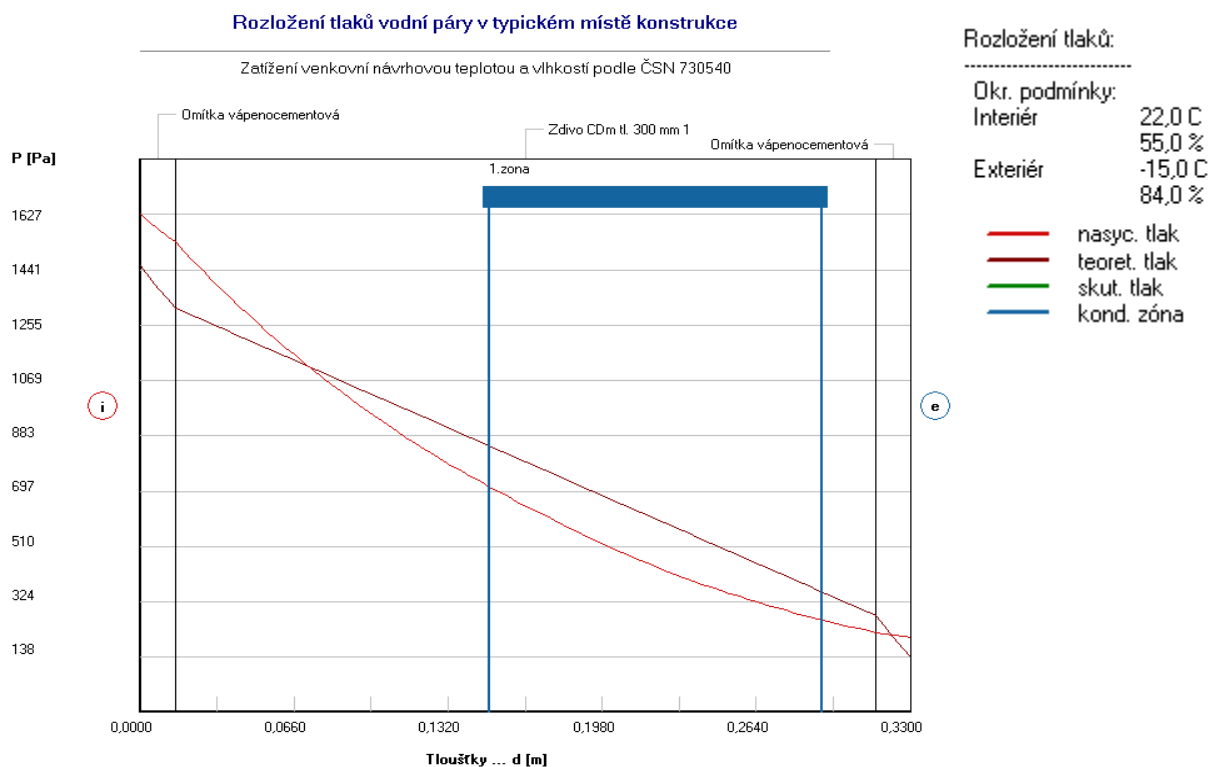
### Stávající stav

Při posouzení obvodového pláště z cihel CDm tvořící tloušťku zdiva 300 mm a omítek na površích zdiva, byl spočten součinitel prostupu tepla  $U = 1,606 \text{ W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor  $R = 0,453 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Na následujícím obrázku 115 je zobrazen průběh teplot v konstrukci. Povrchová teplota na interiéru byla spočtena na  $14,28^\circ\text{C}$ , což je pouze o  $1,22^\circ\text{C}$  více, nežli u stávajícího stavu obvodového pláště o tloušťce zdiva 240 mm.



Obrázek 115: Obrázek průběhu teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 300 mm - stávající stav

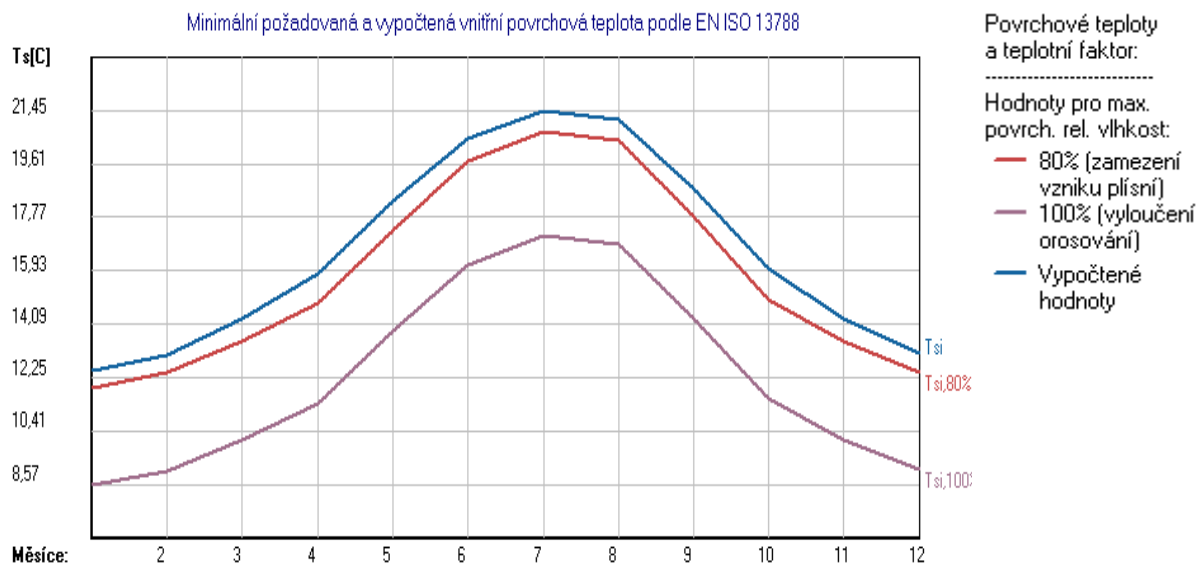
Ke kondenzaci vodní páry dochází dle výpočtů a následujícího obrázku 116 znázorňující rozložení tlaků vodní páry při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^{\circ}\text{C}$  v 2. vrstvě konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,1496 m a končí pravou hranicí 0,2922 m měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na  $6,463\text{E}-0008 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ .



**Obrázek 116: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 300 mm - stávající stav**

Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,0603 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $4,0807 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$ . Z výsledků vyplývá, že během modelového roku dojde k vypaření zkondenzované vodní páry ze skladby stěny.

Na obrázku 117 můžeme opět vidět průběh vypočtené povrchové teploty. Zde můžeme vidět, že při tloušťce zdiva 300 mm je již vnitřní povrchová teplota dostačující pro zamezení vzniku plísní.



Obrázek 117: Obrázek povrchových teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 300 mm - stávající stav

Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 50,0% ; exteriér -15,0°C, 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 0,453 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 1,606 \text{ W/m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $0,0603 \text{ kg/(m}^2\text{.rok)}$

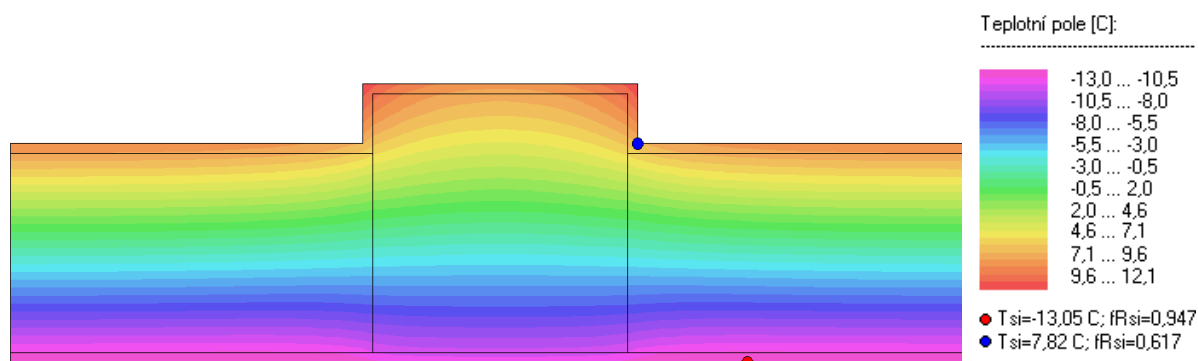
Vypařená vodní pára:  $4,0807 \text{ kg/(m}^2\text{.rok)}$

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5,0°C.

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Na následujícím obrázku 118 je znázorněno pole teplot stávajícího stavu obvodového pláště z CDm o tloušťce zdiva 300 mm a nosného sloupu.



Obrázek 118: Obrázek pole teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 300 mm a nosného sloupu - stávající stav

Navrhovaný stav

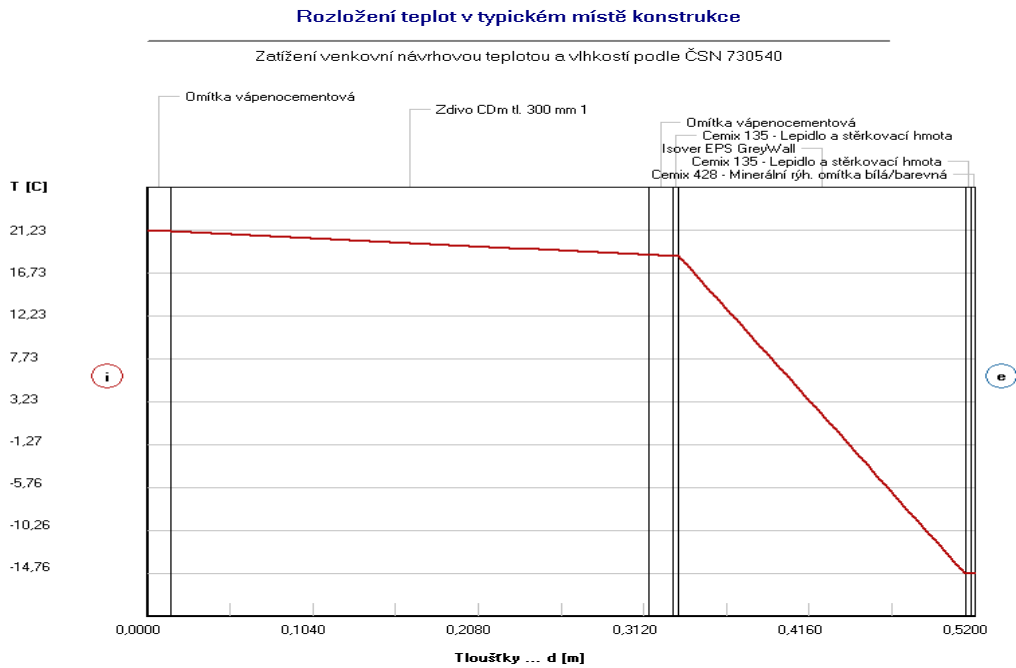
Tepelný izolant pro zateplení obvodového pláště budovy bude opět zvolen, jako v předchozím případě, kdy tloušťka zdiva obvodového pláště byla 240 mm, tedy pěnový polystyren Isover EPS Grey Wall tl. 180 mm. Pro znázornění jak navýšení tloušťky zdiva ovlivní součinitel prostupu tepla skladby u jednotlivých již námi posuzovaných tepelných izolantu je vytvořena tabulka 39.

- 1- Fasádní minerální tepelná izolace s kolmým vláknem čedičovým (Isover NF 333)
- 2- Fasádní minerální tepelná izolace s podélným vláknem čedičovým (Isover TF Profi)
- 3- Fasádní minerální tepelná izolace z kamenné vlny s kolmým vláknem (ROCKWOOL FASROCK LL)
- 4- Fasádní pěnový polystyren (Isover EPS 70 F)
- 5- Fasádní pěnový polystyren s grafitovými příměsi (Isover EPS Grey Wall)
- 6- Dřevovláknitá izolace (STEICO Therm)
- 7- Fenolitická pěna (KOOLTHERM K5)

Tepel. izolant	Souč. prostupu tepla $U_N$ ( $W/m^2K$ ) při zateplení tepel. Izolantem tl. (mm)									
	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
1	0,325	0,280	0,247	0,220	0,199	0,181	0,167	0,154	0,143	0,134
2	0,293	0,252	0,221	0,197	0,177	0,161	0,148	0,137	0,127	0,119
3	0,325	0,280	0,247	0,220	0,199	0,181	0,167	0,154	0,143	0,134
4	0,312	0,269	0,236	0,211	0,190	0,173	0,159	0,147	0,137	0,128
5	0,266	0,228	0,199	0,177	0,160	0,145	0,133	0,123	0,114	0,107
6	0,319	0,275	0,242	0,216						
7	0,177	0,151	0,131	0,116	0,104					

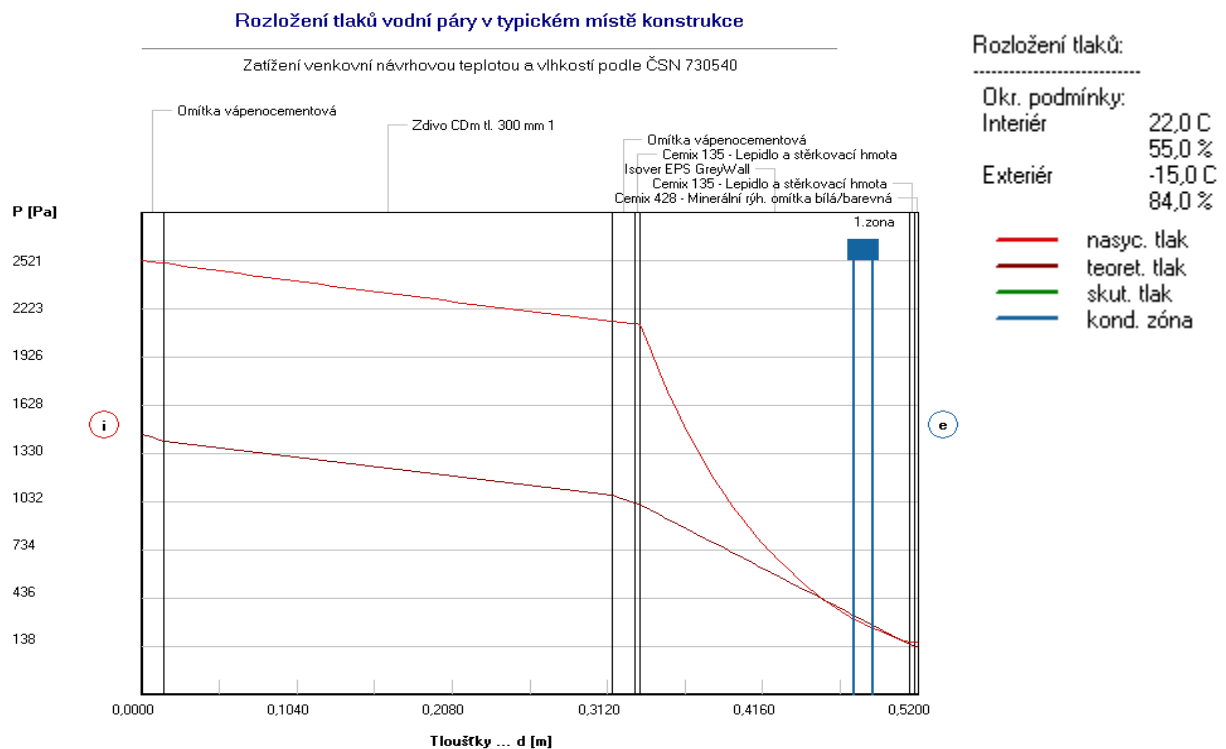
Tabulka 39: Tabulka součinitelů prostupu tepla v závislosti na typu tepelné izolace a její tloušťce

Vypočtený součinitel prostupu tepla skladby pláště  $U = 0,160 W/m^2K$  a tepelný odpor  $R = 6,095 m^2K/W$ . Na obrázku 119 je opět znázorněn průběh teplot v konstrukci navržené skladby stěny. Oproti stávajícímu stavu skladby stěny došlo k navýšení povrchové teploty interiéru o  $6,95^\circ C$ .



Obrázek 119: Obrázek průběhu teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 300 mm - navrhovaný stav

Ke kondenzaci vodní páry dochází dle výpočtů a následujícího obrázku 120 znázorňující rozložení tlaků vodní páry při venkovní teplotě nižší než  $-10,0^{\circ}\text{C}$  v 5. vrstvě konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,4775 m a končí pravou hranicí 0,4900 m měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na  $4,982\text{E}-0009 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ .



Obrázek 120: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 300 mm - navrhovaný stav

Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,0028 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $2,6225 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ . Z výsledků vyplývá, že během modelového roku dojde k vypaření zkondenzované vodní páry ze skladby stěny.

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér  $22,0^\circ\text{C}$ ,  $50,0\%$  ; exteriér  $-15,0^\circ\text{C}$ ,  $84,0\%$

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 6,095 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,160 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $0,0028 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

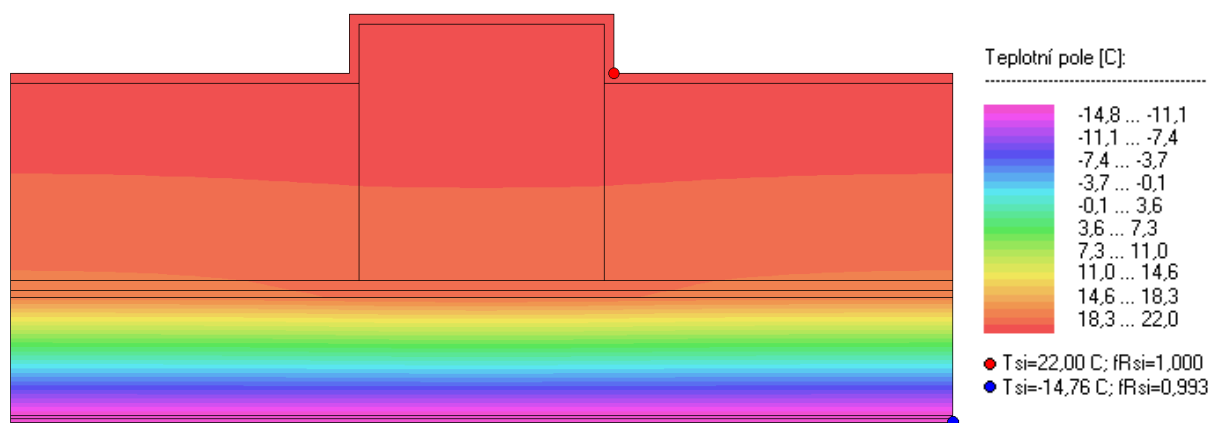
Vypařená vodní pára:  $2,6225 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-10,0^\circ\text{C}$ .

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Na následujícím obrázku 121 je znázorněno pole teplot navrhovaného stavu obvodového pláště z CDm o tloušťce zdiva  $300 \text{ mm}$  v místě nosného sloupu.



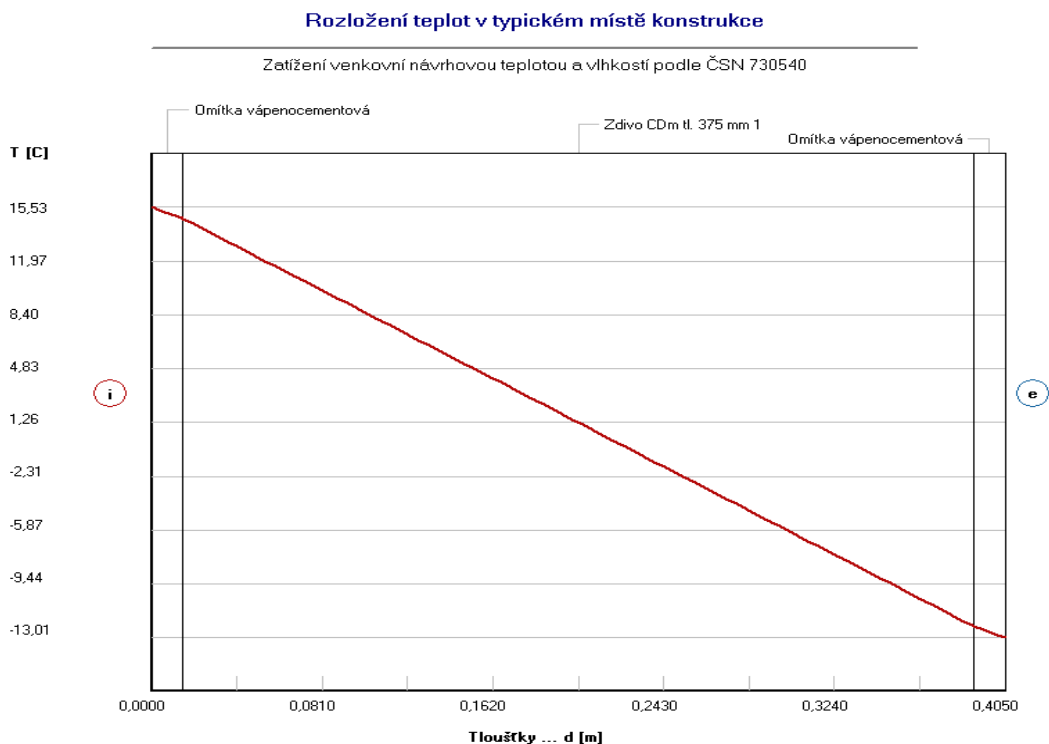
Obrázek 121: Obrázek pole teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva  $300 \text{ mm}$  a nosného sloupu - navrhovaný stav

### 2.4.3 Zdivo z CDm tl. $375 \text{ mm}$

#### Stávající stav

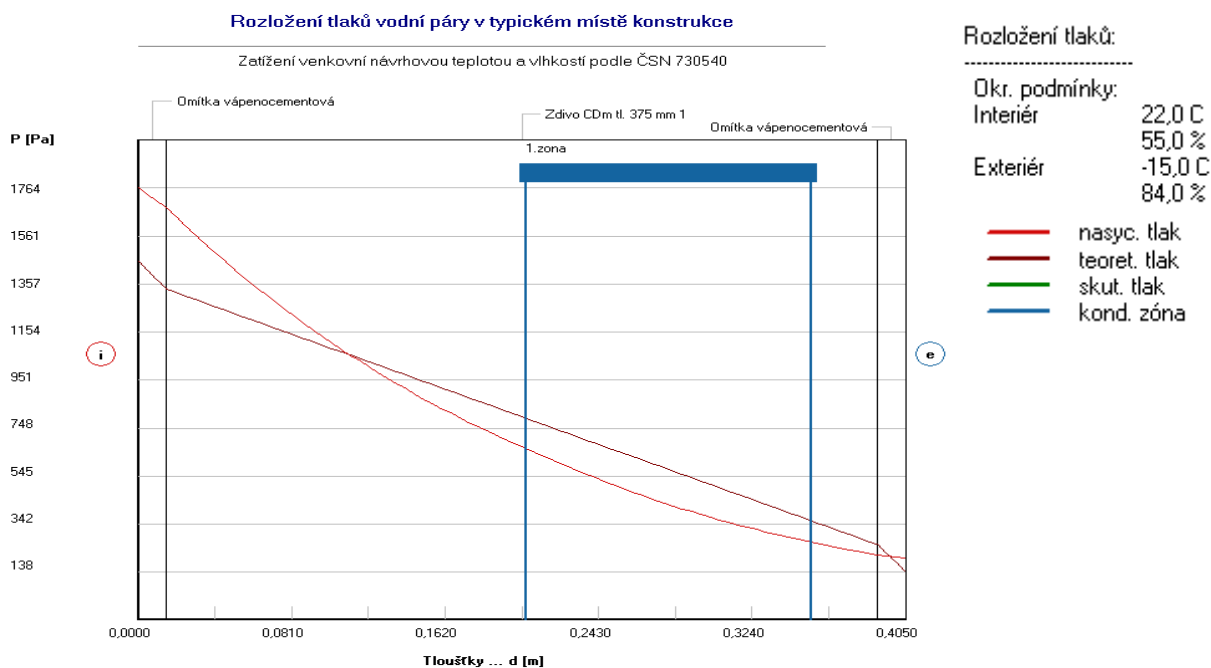
Další, a zároveň poslední varianta tloušťky zdiva obvodového pláště z cihel CDm je  $375 \text{ mm}$ . Součinitel prostupu tepla skladby pláště  $U = 1,344 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  a tepelný odpor  $R = 0,574 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ . Opět s větší tloušťkou zdiva došlo k navýšení povrchové teploty interiéru místnosti na  $15,53^\circ\text{C}$ , viz obrázek 122.





**Obrázek 122: Obrázek průběhu teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 375 mm - stávající stav**

Ke kondenzaci vodní páry dochází dle výpočtů a následujícího obrázku 123 znázorňující rozložení tlaků vodní páry při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^{\circ}\text{C}$  v 2. vrstvě konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,2045 m a končí pravou hranicí 0,3552 m měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na  $5,023\text{E}-0008 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ .



**Obrázek 123: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 375 mm - stávající stav**

Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,0458 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $3,6874 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ . Z výsledků vyplývá, že během modelového roku dojde k vypaření zkondenzované vodní páry ze skladby stěny.

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér  $22,0^\circ\text{C}$ ,  $50,0\%$  ; exteriér  $-15,0^\circ\text{C}$ ,  $84,0\%$

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 0,574 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 1,344 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $0,0458 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

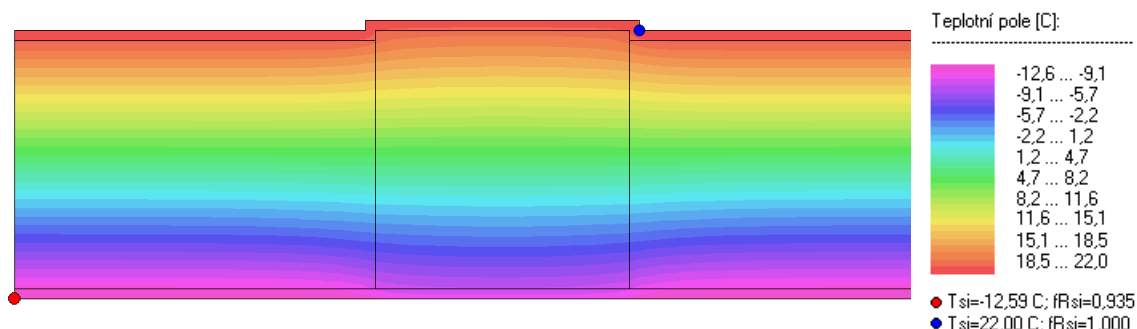
Vypařená vodní pára:  $3,6874 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^\circ\text{C}$ .

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Na následujícím obrázku 124 je znázorněno pole teplot stávajícího stavu obvodového pláště z CDM o tloušťce zdiva  $375 \text{ mm}$  v místě nosného sloupu.



**Obrázek 124: Obrázek pole teplot v místě obvodového pláště z cihel CDM, tloušťka zdiva  $375 \text{ mm}$  a nosného sloupu - stávající stav**

### Navrhovaný stav

Pro získání lepší představy, jak součinitel prostupu tepla ovlivní navýšení tloušťky zdiva na  $375 \text{ mm}$ , byla opět vypracována tabulka číslo 40. V této tabulce jsou vypočteny součinitelé prostupu tepla navrhované skladby dle jednotlivých typů tloušťek izolantů.

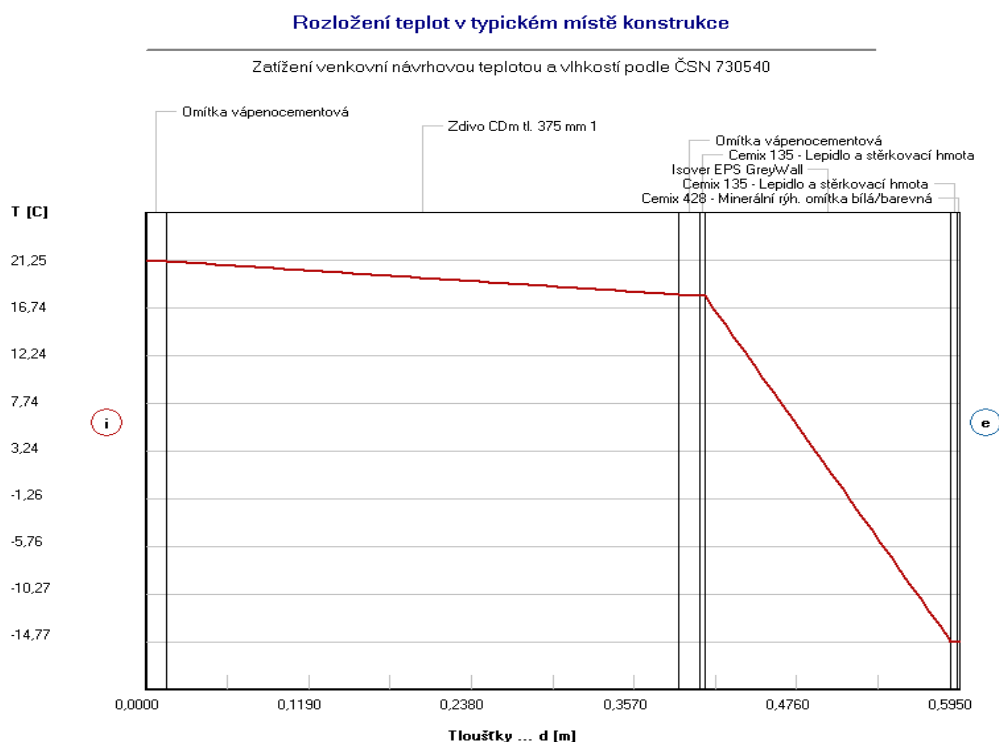
- 1- Fasádní minerální tepelná izolace s kolmým vláknem čedičovým (Isover NF 333)
- 2- Fasádní minerální tepelná izolace s podélným vláknem čedičovým (Isover TF Profi)
- 3- Fasádní minerální tepelná izolace z kamenné vlny s kolmým vláknem (ROCKWOOL FASROCK LL)
- 4- Fasádní pěnový polystyren (Isover EPS 70 F)
- 5- Fasádní pěnový polystyren s grafitovými příměsi (Isover EPS Grey Wall)
- 6- Dřevovláknitá izolace (STEICO Therm)
- 7- Fenolitická pěna (KOOLTHERM K5)

Tepel. izolant	Souč. prostupu tepla $U_N$ ( $W/m^2K$ ) při zateplení tepel. Izolantem tl. (mm)									
	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
1	0,313	0,271	0,240	0,214	0,194	0,177	0,163	0,151	0,141	0,132
2	0,283	0,244	0,215	0,192	0,174	0,158	0,146	0,135	0,125	0,117
3	0,313	0,271	0,240	0,214	0,194	0,177	0,163	0,151	0,141	0,132
4	0,301	0,261	0,230	0,206	0,186	0,170	0,156	0,15	0,135	0,126
5	0,257	0,222	0,195	0,174	0,157	0,143	0,131	0,121	0,113	0,105
6	0,307	0,266	0,235	0,210						
7	0,174	0,148	0,129	0,114	0,102					

Tabulka 40: Tabulka součinitelů prostupu tepla v závislosti na typu tepelné izolace a její tloušťce

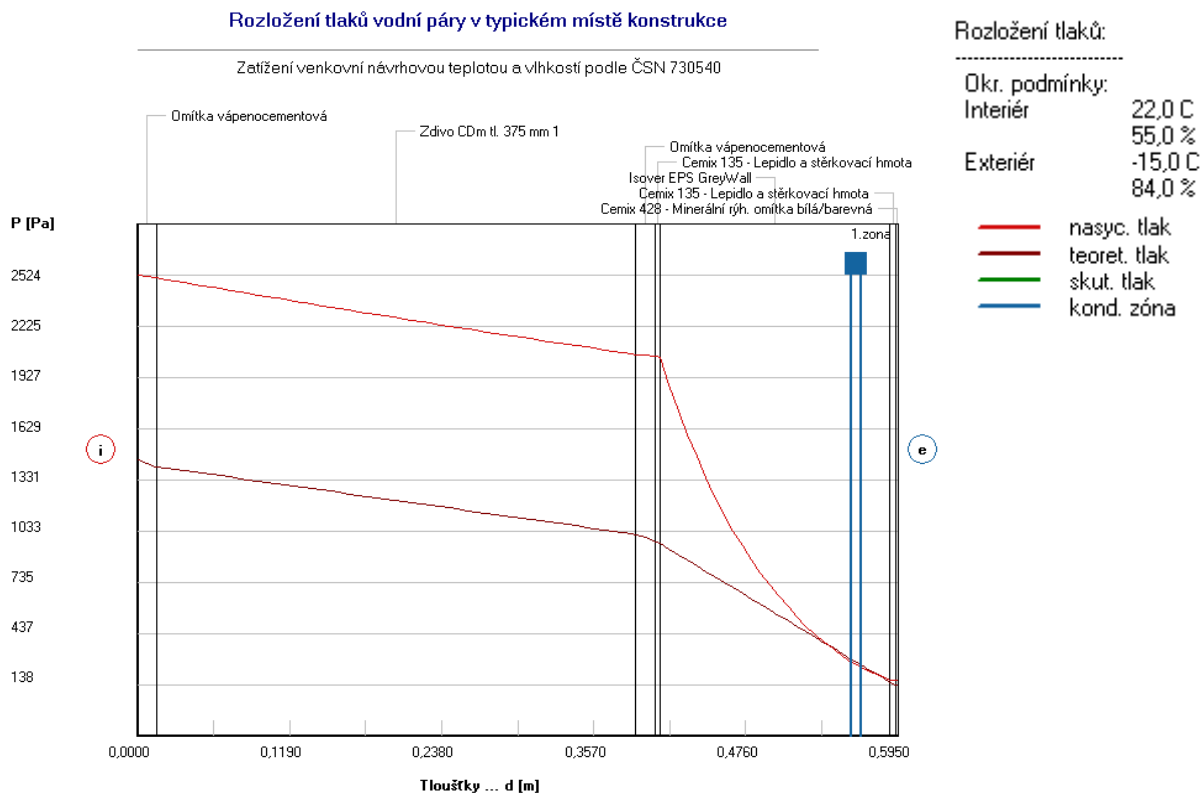
Pokud si někteří čtenáři povšimli rozdílu součinitele prostupu tepla minerální vaty Isover NF 333 tl. 200 mm této skladby a porovnávali jí se stejnou skladbou zděného bytového domu, kde byl spočten součinitel prostupu tepla  $0,175 W/m^2K$ , a nemohou přijít na to, kde došlo k chybě, je to způsobeno výběrem rozdílných výrobců a typů lepidel a fasádní omítky.

Součinitel prostupu tepla „U“ námi navržené skladby, tedy s tepelnou izolací Isover EPS Grey Wall tl. 180 mm byl spočten  $0,157 W/m^2K$  a tepelný odpor  $R = 6,215 m^2K/W$ . Opět došlo zateplením obvodového zdiva k navýšení povrchové teploty místnosti o  $5,72^\circ C$ , viz obrázek 125.



Obrázek 125: Obrázek průběhu teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 375 mm - navrhovaný stav

Z obrázku 126 zobrazující rozložení tlaků vodní páry je vyznačena zóna, v níž dochází ke kondenzaci vodní páry. Ke kondenzaci, dle výpočtů, dochází při venkovní teplotě nižší než  $-10,0^\circ C$  v 5. vrstvě konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti  $0,5589 m$  a končí pravou hranicí  $0,5661 m$  měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na  $3,326E-0009 kg/(m^2s)$ .



**Obrázek 126: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě obvodového pláště z cihel CDM, tloušťka zdiva 375 mm - navrhovaný stav**

Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $0,0019 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $2,6885 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ . Z výsledků vyplývá, že během modelového roku dojde k vypaření zkondenzované vodní páry ze skladby stěny.

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér  $22,0^\circ\text{C}$ ,  $50,0\%$  ; exteriér  $-15,0^\circ\text{C}$ ,  $84,0\%$

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 6,215 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,157 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $0,0019 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

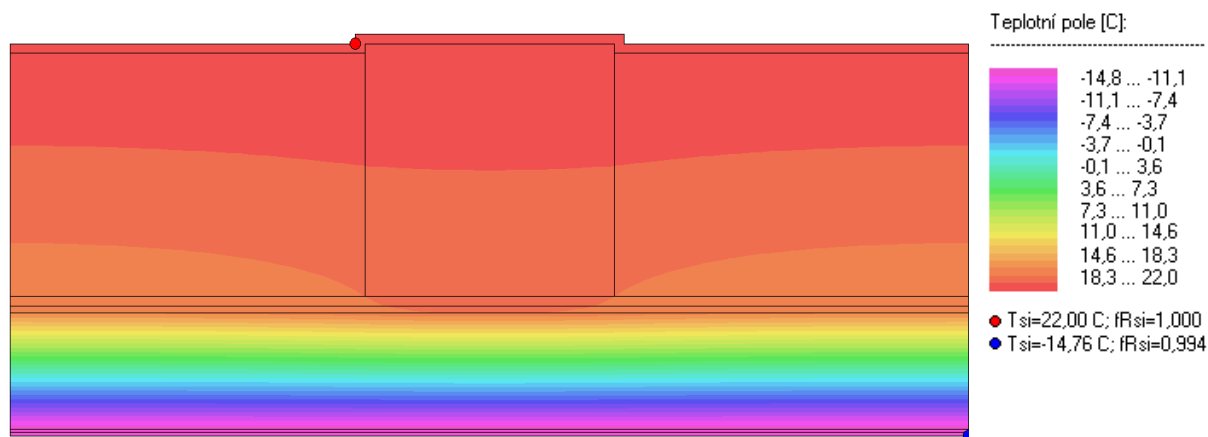
Vypařená vodní pára:  $2,6885 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-10,0^\circ\text{C}$ .

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Na následujícím obrázku 127 je znázorněno pole teplot navrhovaného stavu obvodového pláště z CDM o tloušťce zdiva 375 mm v místě nosného sloupu.

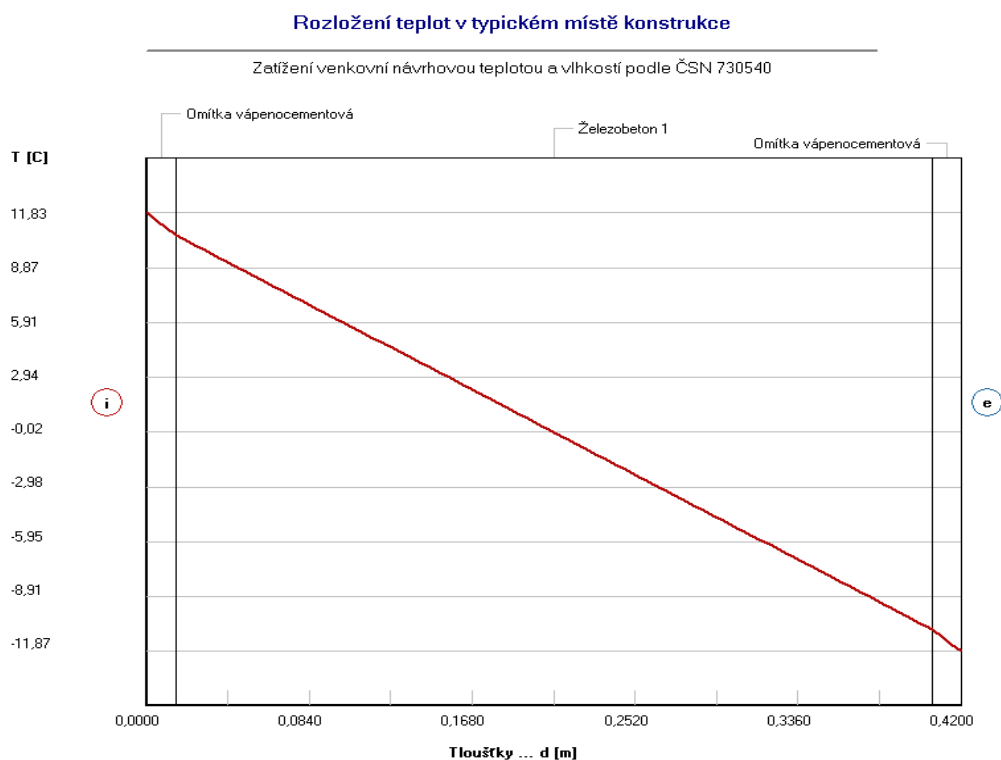


Obrázek 127: Obrázek pole teplot v místě obvodového pláště z cihel CDM, tloušťka zdiva 375 mm a nosného sloupu - navrhovaný stav

#### 2.4.4 Místo nosného sloupu s vyzděným pláštěm z cihel CDM P200

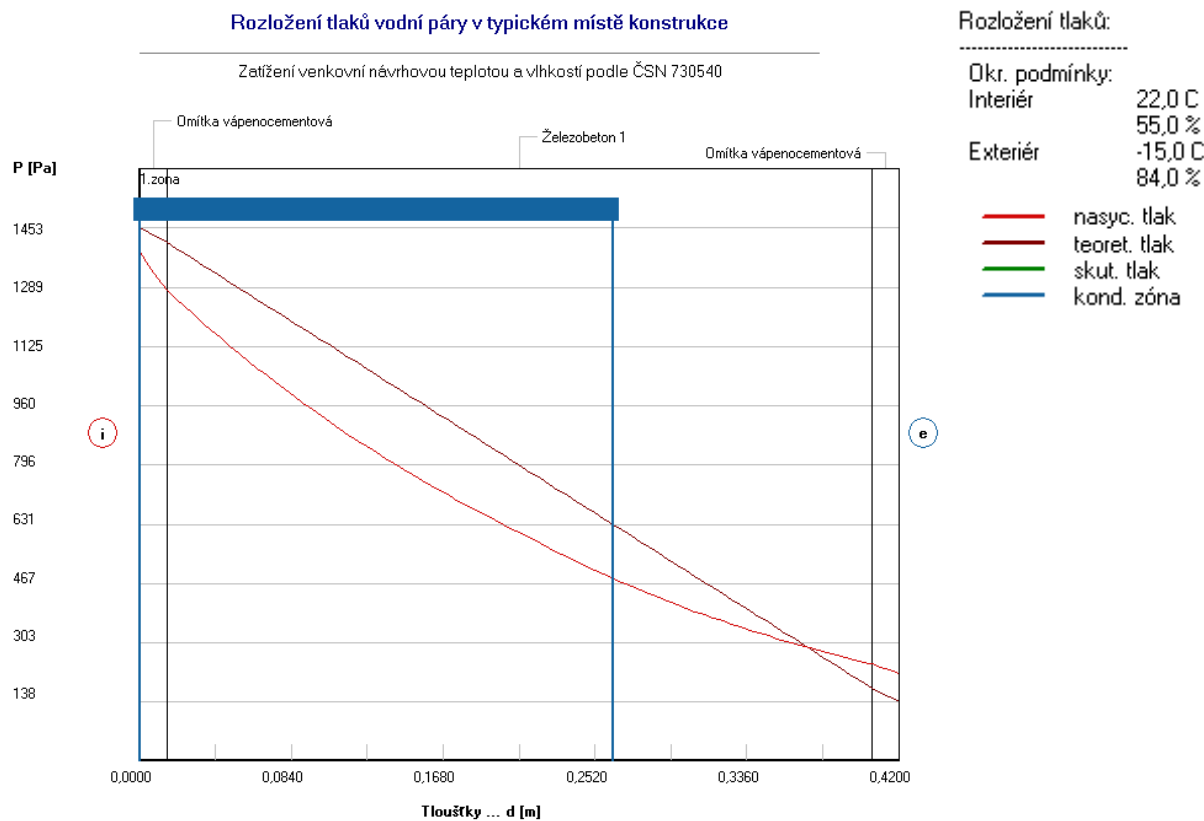
##### Stávající stav

Jelikož je vyzdívka obvodového pláště pouze výplňové zdivo skeletu, která není předsazena, tvoří obvodový plášť v tomto místě právě pouze železobetonový sloup o rozměrech 390 x 390 mm opatřený omítkami. Vzhledem k velmi vysokému součiniteli tepelné vodivosti  $\lambda$  železobetonu, vzniká v tomto místě výrazný tepelný most s obrovskými tepelnými ztrátami. To potvrzují výstupní výsledky posuzované skladby, jejíž detail je součástí přílohy. Součinitel prostupu tepla  $U = 2,114 \text{ W/m}^2\text{K}$  a tepelný odpor  $R = 0,303 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Na obrázku 128 je opět znázorněn průběh teplot v konstrukci. Povšimněme si velmi nízké povrchové teploty místnosti  $11,83^\circ\text{C}$ .



Obrázek 128: Obrázek průběhu teplot v místě nosného železobetonového sloupu - stávající stav

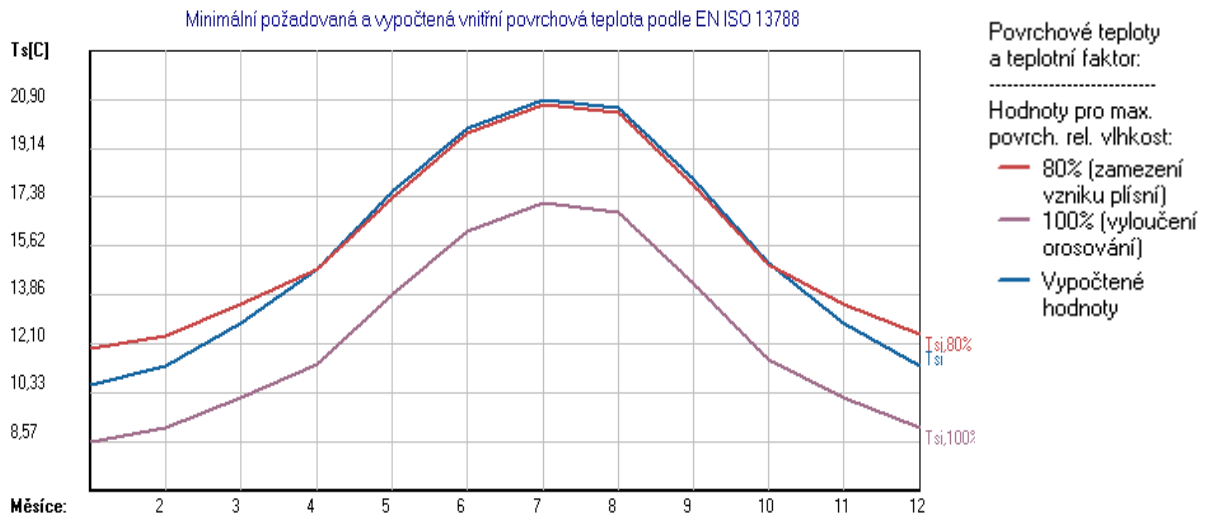
Z obrázku 129 zobrazující rozložení tlaků vodní páry je vyznačena zóna, v níž dochází ke kondenzaci vodní páry. Ke kondenzaci, dle výpočtů, dochází při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^{\circ}\text{C}$  v interiéru a v 1-2 vrstvě konstrukce stěny. Levá hranice kondenzační zóny začíná ve vzdálenosti 0,0000 m a končí pravou hranicí 0,2620 m měřené od vnitřního líce posuzované stěny. Zkondenzované množství vodní páry je spočteno na  $3,817\text{E}-0006 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ .



**Obrázek 129: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě nosného železobetonového sloupu - stávající stav**

Z výsledků hodnocení roční kondenzace vodní páry skladby bylo zjištěno zkondenzování vodní páry v množství  $2,0695 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{.rok})$  a současně vypaření vodní páry v množství  $1,4331 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{.rok})$ . Z výsledků vyplývá, že nedojde k vypaření zkondenzované vodní páry a konstrukce bude stále vlhká.

Jelikož se zjevně jedná o problémovou část obvodového pláště, opět využijeme výstupu z výpočetního programu vyhodnocující povrchové teploty. Na obrázku 130 můžeme vidět průběh vypočtené povrchové teploty protínající křivku značící mez pro vznik plísní. Tvorba plísní v posuzované oblasti sloupu vzniká od poloviny měsíce září do půlky dubna. Dále si můžeme povšimnout, že i v ostatních měsících jsou křivky vypočtené povrchové teploty a křivky meze pro vznik plísní od sebe ve velmi malé vzdálenosti, a tedy hrozba vznik plísní i v těchto místnostech je značná.



Obrázek 130: Obrázek povrchových teplot v místě nosného železobetonového sloupu - stávající stav

Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér  $22,0^{\circ}\text{C}$ , 50,0% ; exteriér  $-15,0^{\circ}\text{C}$ , 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 0,303 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 2,114 \text{ W/m}^2\text{K}$

Zkondenzovaná vodní pára:  $2,0695 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{rok)}$

Vypařená vodní pára:  $1,4331 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{rok)}$

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-5,0^{\circ}\text{C}$ .

Podle EN ISO 13788

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Navrhovaný stav

V kapitole, kde byl posuzován pouze zděný plášť objektu, bylo již zvoleno zateplení minerální vatou Isover NF 333 tl. 200 mm. Abychom ale si udělali širší představu, jak ovlivní skladbu různé tloušťky tepelných izolantů, které již známe z předchozích porovnání, byla opět vytvořena tabulka 41 součinitelů prostupu tepla v závislosti na typu a tloušťce izolantu.

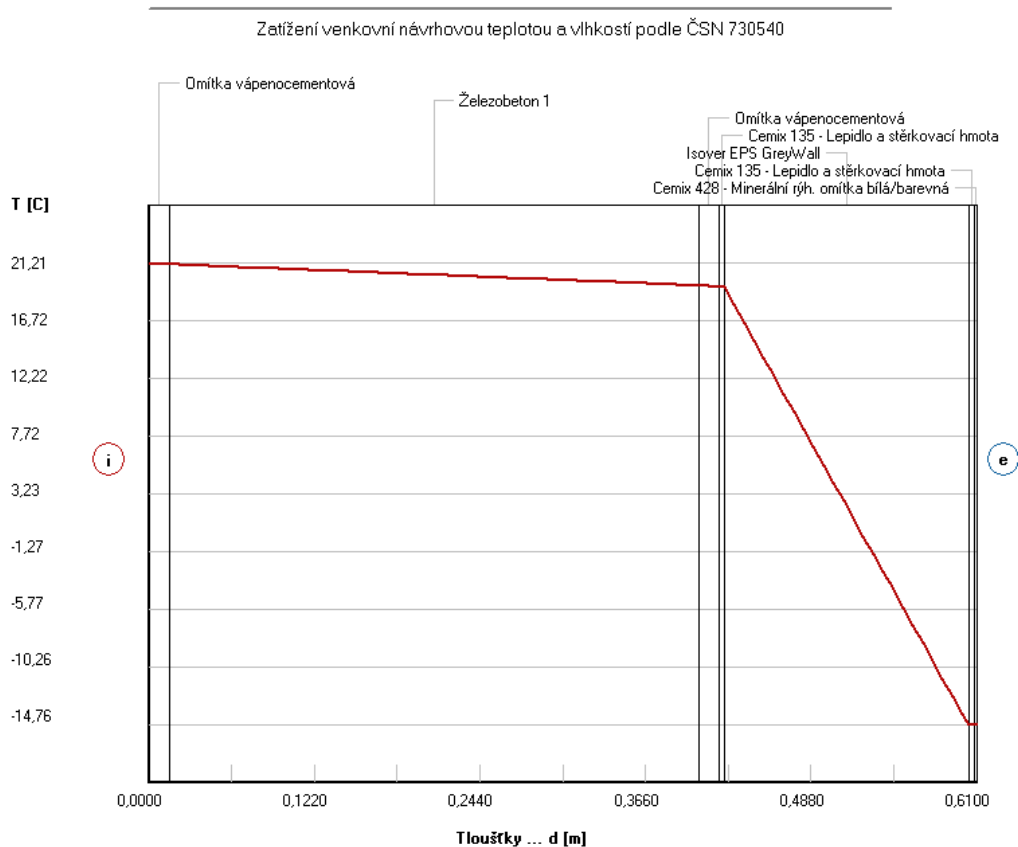
- 1- Fasádní minerální tepelná izolace s kolmým vláknem čedičovým (Isover NF 333)
- 2- Fasádní minerální tepelná izolace s podélným vláknem čedičovým (Isover TF Profi)
- 3- Fasádní minerální tepelná izolace z kamenné vlny s kolmým vláknem (ROCKWOOL FASROCK LL)
- 4- Fasádní pěnový polystyren (Isover EPS 70 F)
- 5- Fasádní pěnový polystyren s grafitovými příměsi (Isover EPS Grey Wall)
- 6- Dřevovláknitá izolace (STEICO Therm)
- 7- Fenolitická pěna (KOOLTHERM K5)

Tepel. izolant	Souč. prostupu tepla $U_N$ ( $W/m^2K$ ) při zateplení tepel. Izolantem tl. (mm)									
	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
1	0,341	0,293	0,256	0,228	0,205	0,186	0,171	0,158	0,146	0,137
2	0,306	0,262	0,228	0,203	0,182	0,165	0,151	0,140	0,130	0,121
3	0,341	0,293	0,256	0,228	0,205	0,186	0,171	0,158	0,146	0,137
4	0,327	0,280	0,245	0,218	0,196	0,178	0,163	0,151	0,140	0,130
5	0,277	0,236	0,206	0,182	0,164	0,148	0,136	0,125	0,116	0,108
6	0,334	0,287	0,251	0,223						
7	0,182	0,154	0,134	0,118	0,105					

Tabulka 41: Tabulka součinitelů prostupu tepla v závislosti na typu tepelné izolace a její tloušťce

Posoudíme-li již skladbu s již zvoleným pěnovým polystyrenem Isover EPS Grey Wall tl. 180 mm zjistíme, že byla vypočtena hodnota součinitele prostupu tepla  $U = 0,164 W/m^2K$  a tepelný odpor  $R = 5,945 m^2K/W$ . Na následujícím obrázku 131, na němž je zobrazen průběh teplot v navržené skladbě stěny. Důležité je navýšení povrchové teploty místnosti o  $9,38^\circ C$  na  $21,21^\circ C$ .

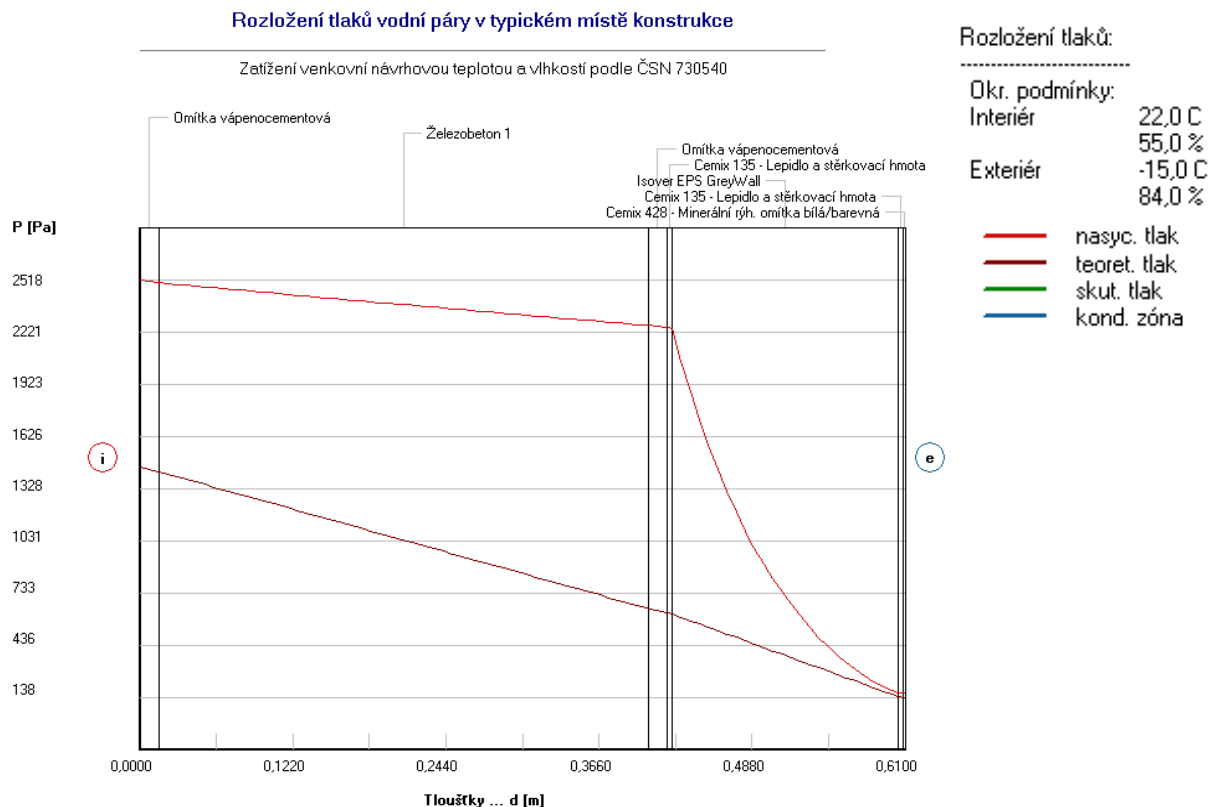
#### Rozložení teplot v typickém místě konstrukce



Obrázek 131: Obrázek průběhu teplot v místě nosného železobetonového sloupu - navrhovaný stav

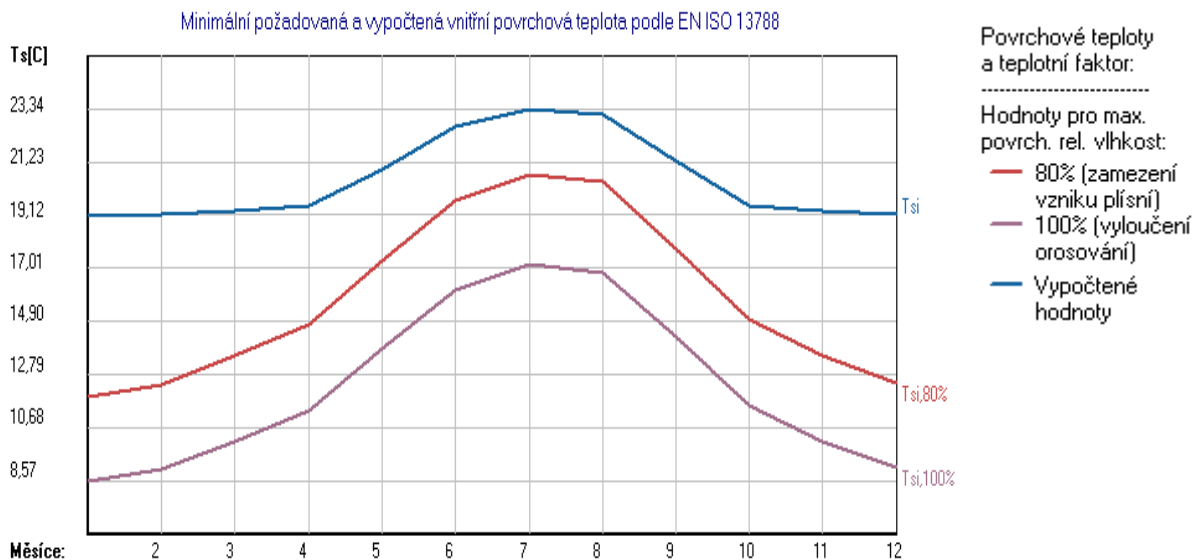
Z obrázku 132 zobrazující rozložení tlaků vodní páry bylo zjištěno, že při venkovní návrhové teplotě, tedy  $-15^\circ C$  nedochází v navržené skladbě ke kondenzaci vodní páry.





**Obrázek 132: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě nosného železobetonového sloupu - navrhovaný stav**

Dále na následujícím obrázku 133 je znázorněná povrchová teplota v místnosti dle jednotlivých měsíců v roce. Důležitou informací, kterou tento obrázek poskytuje je, že došlo vlivem aplikace tepelného izolantu k zamezení vzniku plísní.



**Obrázek 133: Obrázek povrchových teplot v místě nosného železobetonového sloupu - navrhovaný stav**

*Rekapitulace výsledků z vyhodnoceného protokolu programu Teplo:*

Podle ČSN 73 0540

Okrajové podmínky: interiér 22,0°C, 50,0% ; exteriér -15,0°C, 84,0%

Tepelný odpor konstrukce:  $R = 5,945 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla:  $U = 0,164 \text{ W/m}^2\text{K}$

Při venkovní návrhové teplotě -15°C nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Podle EN ISO 13788

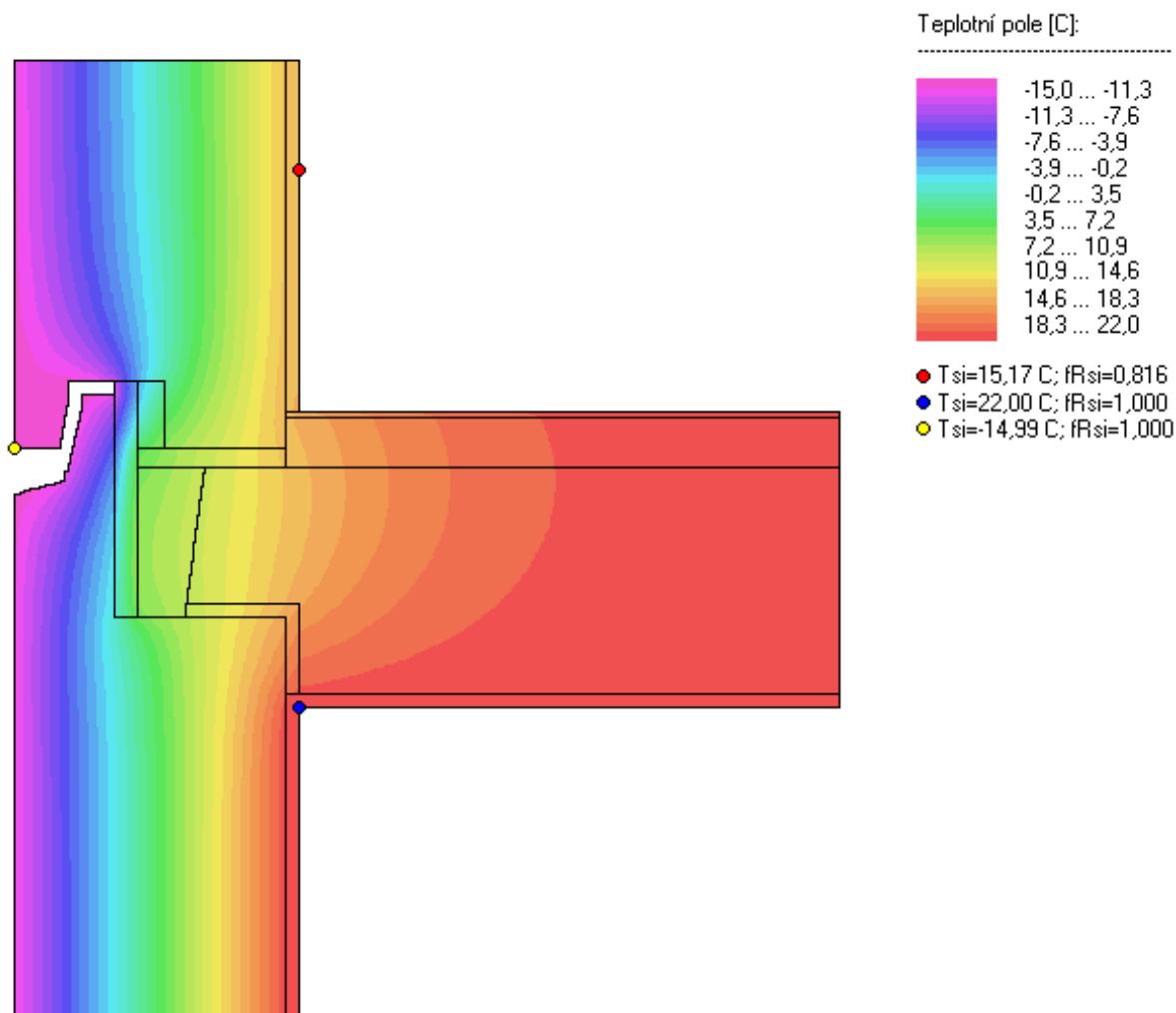
V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

## 2.5 Místo styku stropního panelu s keramzitbetonovým panelem

### Stávající stav

Na následujícím obrázku 134 je zobrazeno pole teplot detailu styku obvodového keramzitbetonového panelu se stropním panelem skeletu. Podrobnější řešení je zobrazeno na detailu přiloženého v příloze práce pod označením **XXVII.-A**.

V tomto stávajícím stavu není využito žádného tepelně izolačního materiálu. Za tepelnou izolaci lze uvažovat pouze třískocementovou desku známou také pod názvem „Heraklit“. Tato deska je uložena pouze ve styku panelů, a je použita pouze v malé tloušťce, která není v takto navrženém detailu schopna zlepšit tepelně technické vlastnosti konstrukce. To lze zaznamenat na povrchových teplotách interiéru stěny, kde teplota při podlahové konstrukci byla spočtena 14,77°C a v horním rohu místnosti 22,00°C. Takto vysoké teploty je dosaženo fyzikálním zákonem, kde teplý vzduch vstupá díky své menší hustotě vzhůru a chladnější vzduch naopak klesá směrem k podlahové konstrukci. Navíc horní část místnosti není v tomto případě ochlazována, jelikož i nad stropní konstrukcí se nachází obytné vytápěné prostory.



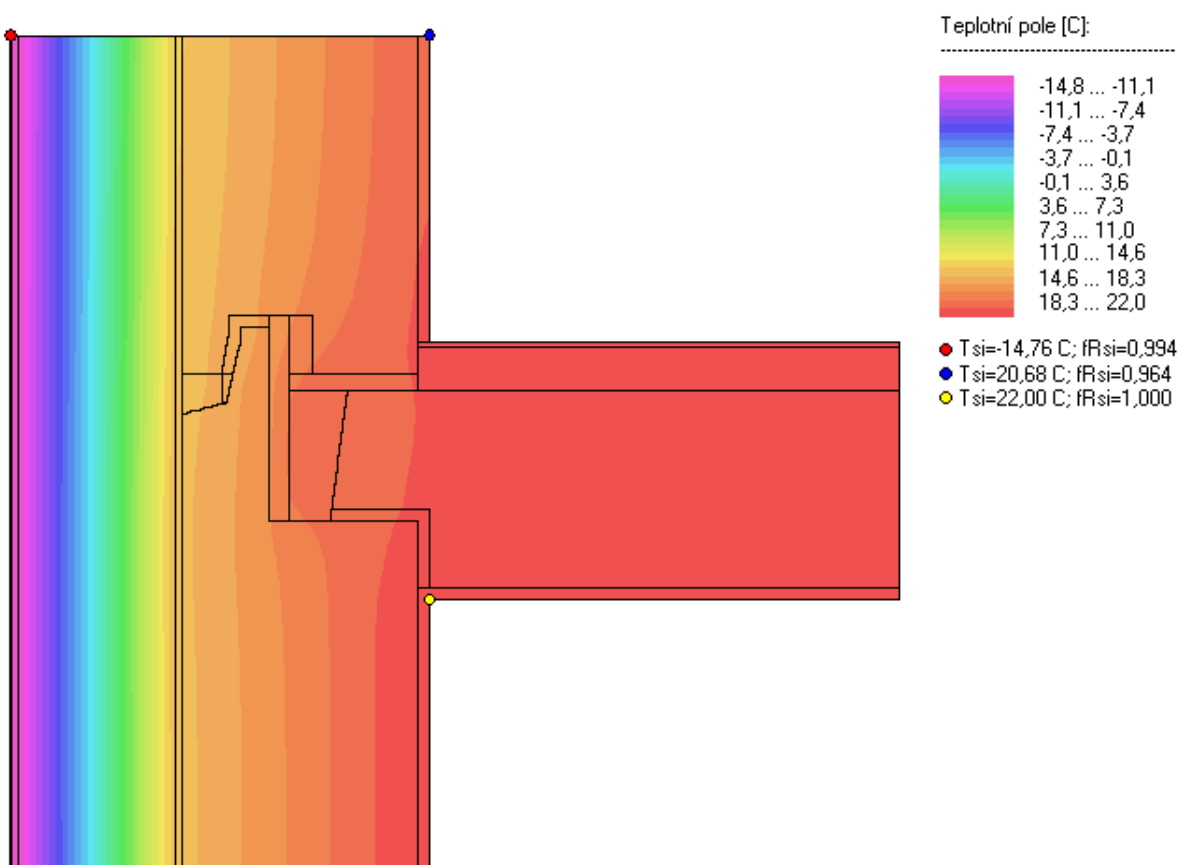
Obrázek 134: Obrázek pole teplot detailu styku obvodového keramzitbetonového panelu se stropním panelem - stávající stav

Navrhovaný stav

Na následujícím obrázku 135 je již zobrazen pole teplot detailu styku stropního a keramzitbetonového panelu, který je kontaktně zateplen minerální vatou Isover NF 333, která byla zvolena v předchozích kapitolách. Podrobnější řešení je opět zobrazeno na detailu přiloženého v příloze práce pod označením **XXVII.-B.**

Z obrázku je na první pohled viditelné zlepšení tepelně technických vlastností konstrukce. Díky minerální vatě došlo nejen k navýšení povrchových teplot interiéru, ale také k navýšení teplot v místě keramzitbetonového panelu, což má za následek lepší akumulaci tepla do konstrukce. Toho lze efektivně využít v přechodných ročních obdobích nebo možnosti vynaložení menší množství energie na vytápění požadovaných místností.

Povšimněme si navýšení povrchové teploty i v místě styku obvodového pláště a podlahové konstrukce. V těchto místech jsou teploty vzduchu a povrchových teplot nejnižší, ale i přes to v tomto detailu je dosaženo teploty kolem 20°C. Tímto dojde k zlepšení klimatických podmínek interiéru a tepelné pohodě člověka.



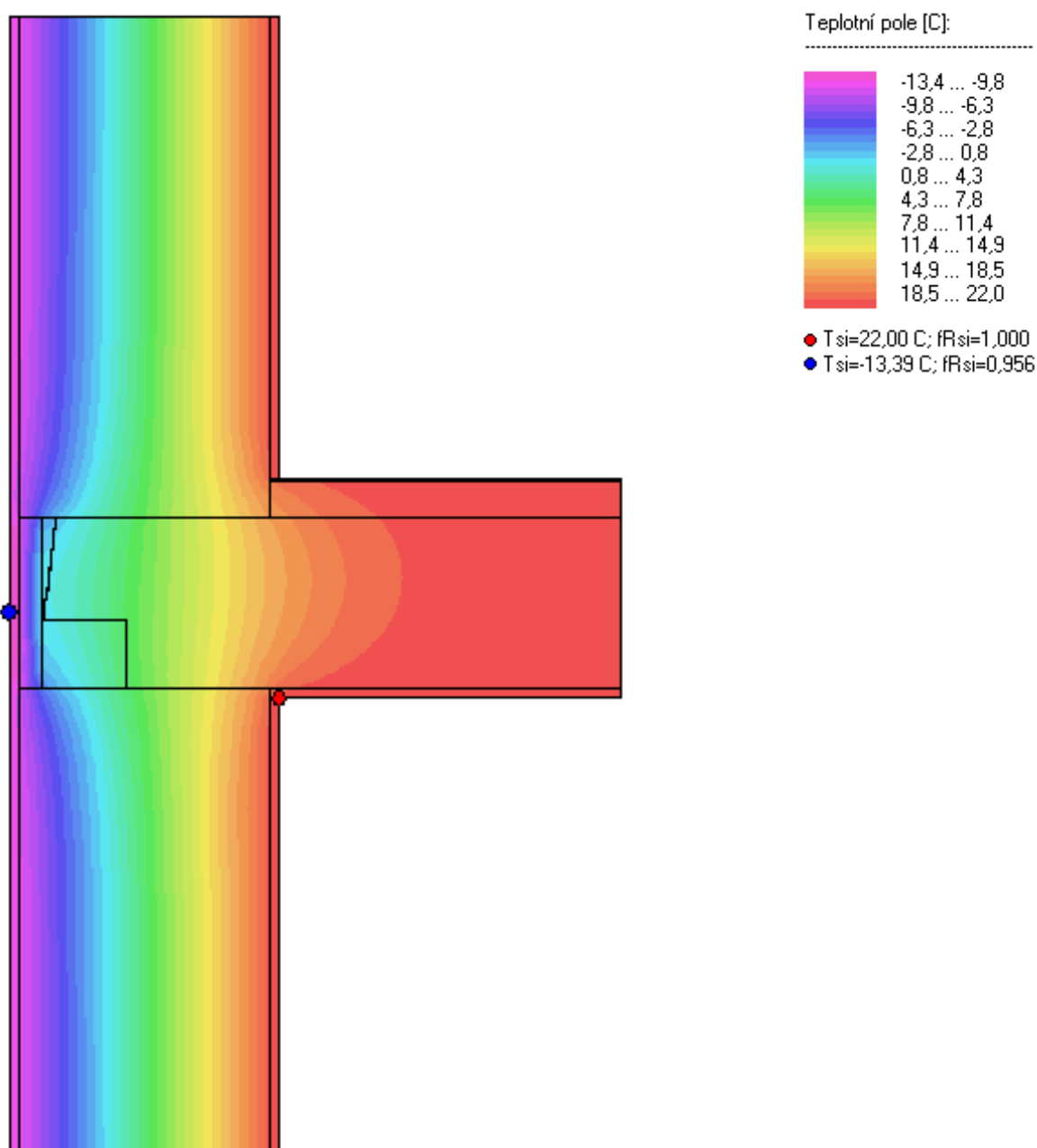
Obrázek 135: Obrázek pole teplot detailu styku obvodového keramzitbetonového panelu se stropním panelem - navrhovaný stav

## 2.6 Místo styku stropního panelu se zděným pláštěm z cihel CDm P200

### Stávající stav

Další z obrázku 136 zobrazuje pole teplot v detailu styku stropního panelu s obvodovým pláštěm, provedeným z cihel CDm, tloušťka zdiva činí 375 mm. I tento detail lze nalézt nakreslený v příloze práce pod označením **XXVIII.-A**.

Stejně jako u obvodového pláště z keramzitbetonového panelu můžeme na obrázku vidět nízké povrchové teploty a nízké teploty v místě zděného pláště. Tímto dochází k velkým únikům tepla vedením a nutnosti vynaložení velkého množství energie na vytápění místností.

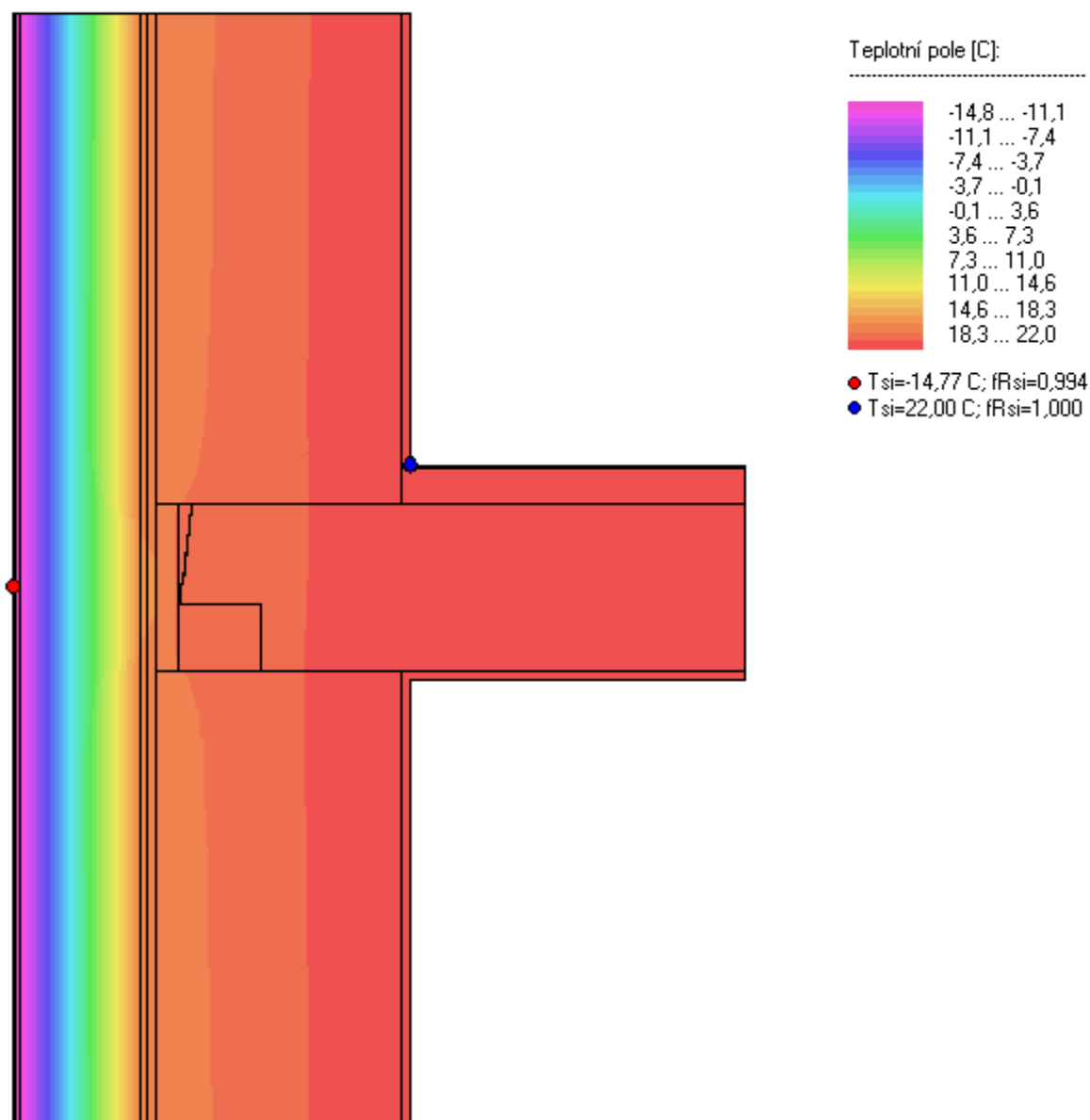


Obrázek 136: Obrázek pole teplot detailu styku obvodového pláště z cihel CDm se stropním panelem - stávající stav

Navrhovaný stav

Na následujícím obrázku 137 je již zobrazen zateplený zděný plášť ve styku se stropním panelem. Řešení detailu je přiloženo v příloze práce pod označením **XXVIII.-B**. Tepelný izolant byl zvolen již v předchozích příslušných kapitolách zaměřený na zděný plášť skeletu. Připomeňme si, že byl zvolen pěnový fasádní polystyren Isover Grey Wall tloušťky 180 mm.

Po aplikaci tepelného izolantu můžeme stejně jako u zatepleného keramzitbetonového panelu vidět navýšení povrchových teplot na interiéru obvodové stěny a navýšení teplot v místě zděného pláště.



Obrázek 137: Obrázek pole teplot detailu styku obvodového pláště z cihel CDm se stropním panelem - navrhovaný stav

### 3 Závěr

V první části práce byli čtenáři obeznámeni s problematikou navrhování stavebních úprav bytového domu za účelem úspory energie. Pro znázornění komplikovanosti takového návrhu byl vybrán zděný bytový dům postavený v 50. letech 20. století, který svou konstrukcí byl v průřezu energetické náročnosti budovy zařazen do nevhodné skupiny. V první řadě však bylo nutné provést zaměření stávajícího stavu objektu, jelikož žádná projektová dokumentace nebyla dohledána. Provedenými průzkumy a zhodnocením stávajícího stavu byl objekt po stránce tepelně technické uznán za velmi nedostačující, na čemž došlo k návrhu stavebních úprav, které měly zaručit posunutí objektu do co nejlépejší energetické třídy.

V první dílčí části byla řešena úprava zateplení vnějšího obvodového pláště, též laicky řečeno „zateplení fasády“. V úvodu této stavební úpravy bylo řešeno dilema, jakým způsobem takovýto objekt vlastně zateplit. Řešení se nabízelo mnoho, a proto postupnými úvahami, či kladnými a zápornými přínosy byla vybrána konečná varianta formou vnějšího zateplení minerální vatou. To ale trochu předbíháme. Prvním zásadním úkolem bylo vyhodnotit, zda umístit zateplovací systém do interiéru místnosti či do exteriéru. Souhrn jednotlivých vyhodnocení (rozložení tlaků vodní páry skladby, teplotní pole vybraného detailu,...) navrhovaných skladeb na interiéru a exteriéru nabízel jasná a nezvratitelná fakta. Umístěním tepelného izolantu na interiérové straně obvodového pláště dochází posunutí rosného bodu skladby blíže k interiéru, čímž dochází v souvrství zdiva a tepelného izolantu ke kondenzaci vodní páry ve velkém množství, které se během roku ze skladby nevypaří, načemž dochází k vzniku plísní. Dále umístěním tepelného izolantu v interiéru dochází k zmenšení půdorysných ploch místností, ale především nedojde k vytvoření souvislé vrstvy tepelné izolace, která by zabraňovala tepelným mostům. Díky těmto zásadním faktům bylo rozhodnuto o umístění tepelného izolantu na exteriérové straně obvodové stěny. Ovšem variant zateplení obvodového pláště z exteriéru je několik, čímž vznikly další nezodpovězené otázky, na které bylo nutné najít odpovědi. Je lepší použít variantu provětrávané fasády či kontaktní zateplení? Když budu zateplovat kontaktně tak pomocí pěnového polystyrenu, minerální vaty nebo postačí jen nová tepelně izolační omítka? Opět různými posouzeními, úvahami o jednotlivých variantách, jejich přínosů a naopak vzniklých negativních vlivů bylo dosaženo jasného závěru. Vzhledem k funkční hydroizolační ochraně objektu by volba varianty provětrávané fasády byla nevhodná. Tato varianta zateplení je finančně náročná, ale především by nebylo využito efektu, kterým se tato varianta zateplení právem pyšní (odvětrání vlhkosti pomocí proudícího vzduchu po výšce objektu). Dále bylo zjištěno, že zateplení objektu pouze tepelně izolační omítkou by bylo nedostačující, a tudíž se rozhodování zúžilo na variantu kontaktního zateplení pěnovým polystyrenem a minerální vatou. Nakonec díky nízkému difúznímu odporu byla vybrána nejvhodnější varianta zateplení, tedy minerální vatou tloušťky. Na základě porovnání součinitelů prostupů tepla navrhované skladby s několika různými typy izolantů byla pro zateplení vybrána minerální vata Isover NF 333 tloušťky 200 mm. Úspěšné také bylo komplexní vyřešení zateplení detailu železobetonové konzoly balkonu, která byla příčinou obrovského tepelného mostu objektu. V průběhu řešení eliminace tohoto tepelného mostu vznikly dvě varianty možného řešení. Jedna z variant řešila pouze zateplení spodní strany a čelo železobetonové konzoly, jakožto

varianta méně náročná na realizaci. Druhá varianta je již na realizaci mnohem náročnější, ale zároveň i mnohem efektivnější. Tato varianta spočívá v kompletním zateplení spodní a vrchní strany železobetonové konzoly. Pro zateplení spodní strany a čel obou variant byla vybrána tepelná izolace s nižším součinitelem prostupu tepla Kingspan Kooltherm. Výsledkem bylo zhodnocení a vybrání druhé varianty s komplexním zateplením řešeného detailu a navýšení povrchových teplot o 10°C

Další dílčí částí bylo řešení zateplení stropní konstrukce mezi posledním nadzemním podlažím a půdou. Byly posouzeny tři varianty zateplení podlahy půdy a dvě varianty pomocí zateplení střešního pláště. Varianty zateplení střešního pláště spočívaly v nadkrokevním, mezi a podkrokevním zateplením. Nakonec tyto dvě varianty byly vzhledem k absenci podkrovních místností a nevyužití půdního prostoru posouzeny za nevhodné a slouží spíše pro inspiraci čtenářům, kteří řeší zateplení bytového domu s podkrovím. Co se týče volby mezi třemi variantami zateplení podlahy půdního prostoru, rozhodnutí již nebylo tak jednoznačné. Nabízela se varianta volné pokladky tepelného izolantu z pěnového polystyrenu či minerální vaty, varianta foukané izolace do předem provedeného bednění a poslední varianta systémového zateplení společnosti Isover. Opět byla provedena analýza těchto variant a jejich přínosů. Na základě provedených posudků a úvah byla varianta volné pokladky tepelného izolantu uznána za méně vhodnou, nežli zbylé dvě možné varianty. Příčinou je kladení důrazu na nízký difúzní odpor, pochůznost a homogenitu souvrství (skladbu narušuje nutná konstrukce pochozí lávky). Taktéž byla zavržena i varianta foukané izolace do bednění, především kvůli obtížnější montáži. Konečnou variantou je tedy vybráno systémové zateplení Isover STEPcross o tloušťce izolantu 300 mm. Dále bylo opět úspěšně navrženo komplexní zateplení detailu nadezdívky a římsy, které spočívalo v kombinaci tepelných izolací Isover NF 333 a Kingspan Kooltherm. K úspěšnému vyřešení toho detailu byly navrženy opět dvě varianty zateplení, které se od sebe liší možností ubourání krátké železobetonové konzoly. Vzhledem k pracnosti a proveditelnosti byla vybrána varianta ubourání konzoly, která přinesla navýšení povrchových teplot o 11°C

Třetí dílčí část se zaměřuje na podzemní podlaží a schodišťový prostor. V podzemním podlaží se vyskytují především sklepní kóje, ale hlavně toto podlaží znatelně ochlazuje podlahovou konstrukci bytových jednotek, které jsou nad tímto podlažím umístěny. Schodišťový prostor je s podzemním podlažím propojen, a jelikož při vstupu do budovy není provedeno žádné zádveří, jsou tyto prostory za chladnějších období značně ochlazovány. První stavební úpravou omezující pronikání chladného vzduchu do podzemního podlaží byly navrženy dveře do tohoto podlaží. Další navrženou stavební úpravou je zateplení stropní konstrukce podzemního podlaží, čímž dojde k omezení ochlazování podlahy bytových jednotek. Při volbě typu zateplení se rozhodovalo mezi čtyřmi variantami tepelného izolantu, načemž byla vybrána nejlevnější a zároveň nejvhodnější varianta zateplení minerální vatou se sádkartonovým podhledem. Vzhledem k malé světlé výšce místnosti byla vybrána minerální vata tloušťky 100 mm. V závislosti na tomto zateplení bylo nutné vyřešit komplikaci v podobě podstropního vedení vodovodního potrubí. Po návrhu tří možných variant bylo provedeno zhodnocení a vybrání nejvhodnější varianty, tedy nahrazení stávajícího ocelového vodovodního potrubí za nové plastové, vedené již pod vytvořeným podhledem. Poslední



navrženou stavební úpravou v této dílčí části je zateplení suterénní zdi včetně soklu. V navrhované skladbě byly posuzovány tři typy tepelných izolací. Na základě ceny a součinitele prostupu tepla navrhované skladby byl jako izolant vybrán expandovaný polystyren Isover EPS Perimetr tloušťky 160 mm.

Ve čtvrté dílčí kapitole se práce zabývá volbou výplní otvorů. Je zaměřena na postup a vlastnosti, na které se zaměřit, abychom zvolili to pravé okno právě pro náš dům. V textu se dozvídáme, že při výběru okna není důležité mít co nejvíce komorové okno, ale že důležité je také množství těsnění a stavební hloubka rámu okna. Pro schodiště a podzemní podlaží byly vybrány okna VEKRA Prima s deklarováním součinitelem prostupu tepla celým oknem 0,92 W/m<sup>2</sup>K, s 5 komorami, 2 těsněními a stavební hloubkou 73 mm. Těmito okny je navrženo nahradit i stávající skleněné tvárnice nazývané „Luxfery“, které se vyznačují vysokým součinitelem prostupu tepla. Hlavní vchodové dveře do objektu je navrženo zachovat, zatímco vedlejší vchodové dveře do podzemního podlaží, které tvoří ocelový rám s plechovou tabulovou výplní je navrženo nahradit plastovými dveřmi VEKRA Prima s deklarováním součinitelem prostupu tepla 1,1 W/m<sup>2</sup>K, s 5 komorami v rámu a 4 v křídle, 2 těsněními a stavební hloubkou 73 mm. Okna v bytových jednotkách je též navrženo nahradit za nová plastová okna VEKRA Premium EVO, kde součinitel prostupu tepla celým oknem je deklarován 0,7W/m<sup>2</sup>K, skládá se z 3 těsnění, 6 komor, stavební hloubka okna 82 mm. Okna bytových jednotek montovaných do jižní obvodové stěny je navrženo opatřit žaluziemi. Okna je dále navrženo vzhledem k co nejvyšší eliminaci tepelných mostů předsadit 110 mm před líc obvodového zdiva. Výběr typu oken se zaměřoval na co nejvyšší kvalitu, jelikož za pár let tento nadstandard bude již pouhý standard.

Druhá část práce je zaměřena na montovaný skelet MS 71 především na prováděné obvodové pláště. Byly provedeny tepelně technické posouzení používaných variant stávajících skladeb obvodových plášťů (keramzitbetonový panel, výplňové zdivo z CDM) a návrh jejich zateplení. V případě keramzitbetonového panelu byly posuzovány varianty s plným, ale i částečně předsazeným pláštěm. Ze vstupních podmínek, jako je například funkční hydroizolační ochrana objektu či nekladení podmínek na zateplení z interiéru budovy (většinou u památkově chráněných objektů) došlo k zvolení kontaktního vnějšího zateplení a konkrétního tepelného izolantu. Na výběr byla škála tepelných izolací, nakonec díky preferovanému nízkému difúznímu odporu bylo vybráno zateplení minerální vatou Isover NF 333 tloušťky 200 mm. Obvodový plášť skeletu z výplňového zdiva CDM byl posuzován ve všech tehdy prováděných tloušťkách zdiva, tedy 240, 300 a 375 mm. Tepelný izolant byl tentokrát zvolen z pěnového polystyrenu, konkrétně Isover EPS Grey Wall tloušťky 180 mm. Tato volba vznikla na základě nižšího součinitele tepelné vodivosti  $\lambda$  a nižší ceny, nežli u předcházející minerální vaty. Dále bylo cílem této volby poukázat i na skladby zateplené pěnovým polystyrenem, jakožto skladby v české republice nejvíce používané.

Dále následovalo poukázání na vybrané problematické části tohoto systému budov. U vybraných detailů, které mohou potencionálně tvořit tepelný most, bylo vytvořeno teplotní pole. Tato teplotní pole byla provedena u stávajícího a navrhovaného stavu, především v místě nosného sloupu skeletu v závislosti na různých typech provedení obvodového pláště. Nebylo opomenuto ani na další z významných detailů, který tvoří styk stropního a

obvodového panelu. Z výstupů je jasně viditelné zlepšení průběhu teplot konstrukcí, zvýšení povrchových teplot a eliminace tepelných mostů. Ve variantách obvodových plášťů z keramzitbetového panelu dochází k navýšení povrchových teplot přibližně o 6-7°C, zatímco ve variantách s vyzděným obvodovým pláštěm z cihel CDM dochází k navýšení povrchových teplot v rozmezí 14-16°C.

Vzhledem k tomu, že se v České republice vyskytuje mnoho bytových domů tohoto konstrukčního systému, přináší tato část práce čtenářům pohled na tepelně technickou kvalitu stávajícího stavu objektu. Dále přináší čtenářům jakýsi návod, jak takovýto bytový dům zateplit.

Myslím si, že tato diplomová práce splnila všechny zadané cíle a obohatila čtenáře o mnoho informací, které jak doufám, budou čtenářům v životě prospěšné a zároveň i poučné. Dále doufám, že navržené úpravy zvoleného bytového domu ve Voticích by se mohly v budoucnu přenést z papíru také do reality, a přinést tak obyvatelům lepší komfort, zdravější prostředí bez sporů plísní a tepelnou pohodu v bydlení.

Po dohodě s vedoucím diplomové práce bylo, vzhledem k rozsahu této práce, upraveno zadání pouze pro bytový dům se zděným stěnovým systémem zakončený krovem a dále na vybrané části a detaily železobetonového skeletu.

**PŘÍLOHA I.**  
**PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE SKUTEČNÉHO PROVEDENÍ PROJEKTU**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

- A. PŮDORYS 1.PP. – STÁVAJÍCÍ STAV
- B. PŮDORYS 3.NP. – STÁVAJÍCÍ STAV
- C. PŮDORYS KROVU – STÁVAJÍCÍ STAV
- D. PŮDORYS STŘECHY – STÁVAJÍCÍ STAV
- E. ŘEZ A-A STÁVAJÍCÍ STAV
- F. POHLED OD SEVERU – STÁVAJÍCÍ STAV
- G. POHLED OD JIHU – STÁVAJÍCÍ STAV
- H. POHLEDU OD VÝCHODU A ZÁPADU – STÁVAJÍCÍ STAV

**PŘÍLOHA II.**  
**PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVOY – STÁVAJÍCÍ STAV**

# Protokol k průkazu energetické náročnosti budovy

## Účel zpracování průkazu

Nová budova	Budova užívaná orgánem veřejné moci
Prodej budovy nebo její části	Pronájem budovy nebo její části
<input checked="" type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	
Jiný účel zpracování:	

## Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ)	Husova 403 a 404, 259 01 Votice
Katastrální území:	Votice
Parcelní číslo:	540/1
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	
Vlastník nebo stavebník:	M.Ú. Votice
Adresa:	přK o m e n s k é h o o n á m
IČ:	
Tel./e-mail:	

Typ budovy		
Rodinný dům	<input checked="" type="checkbox"/> Bytový dům	Budova pro ubytování a stravování
Administrativní budova	Budova pro zdravotnictví	Budova pro vzdělávání
Budova pro sport	Budova pro obchodní účely	Budova pro kulturu
Jiný druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m <sup>3</sup> ]	2399,2
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m <sup>2</sup> ]	1455,0
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,61
Celková energeticky vztažná plocha budovy A <sub>c</sub>	[m <sup>2</sup> ]	798,4

Druhy energie (energonositele) užívané v budově	
<input checked="" type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina
Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE: do 50 % včetně, nad 50 do 80 %, nad 80 %,</i>	
Energie okolního prostředí (např. sluneční energie): <i>účel: na vytápění, pro přípravu teplé vody, na výrobu elektrické energie,</i>	
Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:	

Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

**Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech****A) stavební prvky a konstrukce****a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla**

Konstrukce obálky budovy	Plocha $A_j$	Součinitel prostupu tepla			Číselník tepl. redukce $b_j$	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota $U_j$	Referenční hodnota $U_{N,rc,j}$	Splněno		
	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[ano/ne]	[-]	[W/K]
O b v o d o v Ě	610,25	1,344			1,00	820,2
S t Ě c h a	266,12	1,248			1,00	332,1
O t v o r o v Ě	104,02	1,500			1,00	156,0
PodlahovĚ konstrukce	277,81	0,762			0,56	119,0
V n ě r ě n ě	177,96	1,592			0,42	118,5
D v ě ě d o	18,84	2,230			0,42	17,6
TepelnĚ vazby						291,0
<b>Celkem</b>	<b>1 455,0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>1 854,4</b>

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

**a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla**

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota	Objem zóny	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny	Součin
	$\Theta_{im,j}$ [°C]	$V_j$ [m <sup>3</sup> ]	$U_{em,R,j}$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]	$V_j \cdot U_{em,R,j}$ [W.m/K]
Bytový dům	20,0	2 399,2	0,43	1 031,66
<b>Celkem</b>	<b>x</b>	<b>2 399,2</b>	<b>x</b>	<b>1 031,66</b>

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em}$ ( $U_{em} = H_T/A$ )	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ( $U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V$ )	Splněno
	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[ano/ne]
Budova jako celek	1,27	0,43	ne

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b).

## B) technické systémy

### b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla <sup>2)</sup>		Účinnost distribuce energie na vytápění	Účinnost sdílení energie na vytápění
					$\eta_{H,gen}$	COP		
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[%]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x <sup>1)</sup>	x	x	x	80	--	85	80
Hodnocená budova/zóna:								
Bytový dům	elektrina ze sítě	elektrina ze sítě	60,0		93		89	88
Bytový dům	hnědé uhlí	hnědé uhlí	40,0		65		89	88

Poznámka: <sup>1)</sup> symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu  
<sup>2)</sup> v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

### b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla	Požadavek splněn
		$\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	$\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	
	[-]	[%]	[%]	[ano/ne]

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).



## B) technické systémy

### b.2.a) chlazení

Hodnocená budova/zóna	Typ systému chlazení	Ergo-nositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmeno-vitý chladicí výkon	Chladi-cí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distri-buce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>			
Hodnocená budova/zóna:							

### b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova/zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[-]	[-]	[ano/ne]

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

**B) technické systémy****b.3) větrání**

Hodnocená budova/zóna	Typ vět- racího systému	Energo- nositel	Tepelný výkon	Chladí- cí výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmen. elektr. příkon systému větrání	Jmen. objem. průtok větracího vzduchu	Měrný příkon venti- látoru nuce- ného větrání $SFP_{ahu}$
	[-]	[-]	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m <sup>3</sup> /hod]	[W.s/m <sup>3</sup> ]
Referenční budova	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	
Hodnocená budova/zóna:								
Bytový dům	e n ø							



## B) technické systémy

### b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova/zóna	Systém přípravy TV v budově	Ergo-nositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmen. příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody <sup>1)</sup>		Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
						$\eta_{W,gen}$	COP		
						[-]	[-]		
Referenční budova	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	85	--	5,0	150,0
Hodnocená budova/zóna:									
Bytový dům	k o h	elektřina ze sítě	100,0		1440	99		6,4	51,5

Poznámka: <sup>1)</sup> v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

### b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova/zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[%]	[%]	[ano/ne]

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

**B) technické systémy****b.6) osvětlení**

Hodnocená budova/zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztážený k osvětlenosti zóny $P_{L,lx}$
	[-]	[%]	[kW]	[W/(m <sup>2</sup> .lx)]
Referenční budova	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	0,05
Hodnocená budova/zóna:				
Bytový dům		100	12,0	0,38

**Energetická náročnost hodnocené budovy****a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově**

Hodnocená budova/zóna	Vytápění EP <sub>H</sub>	Chlazení EP <sub>C</sub>	Nucené větrání EP <sub>F</sub>		Příprava teplé vody EP <sub>W</sub>	Osvětlení EP <sub>L</sub>	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčením			Pro budovu	Pro budovu i dodávku mimo budovu
Bytový dům	×				×	×		

**b) díčí dodané energie**

ř.			(1) Potřeba energie [MWh/rok]	(2) Vypočtená spotřeba energie [MWh/rok]	(3) Pomocná energie [MWh/rok]	(4) Díčí dodaná energie (ř.4)=(ř.2)+(ř.3) [MWh/rok]	(5) Měrná díčí dodaná energie na celkovou energeticky vztažnou plochu (ř.4) / m <sup>2</sup> [kWh/(m2.rok)]
	Ref. budova	Hod. budova					
	<b>Vytápění</b>						
	Ref. budova		62,789	115,422		115,422	145
	Hod. budova		127,761	205,629		205,629	258
	<b>Chlazení</b>						
	Ref. budova						
	Hod. budova						
	<b>Větrání</b>						
	Ref. budova		x				
	Hod. budova		x				
	<b>Úprava vlhkosti vzduchu</b>						
	Ref. budova						
	Hod. budova						
	<b>Příprava teplé vody</b>						
	Ref. budova		18,064	27,049		27,049	34
	Hod. budova		18,064	22,442		22,442	28
	<b>Osvětlení</b>						
	Ref. budova		x	4,469		4,469	6
	Hod. budova		x	33,567		33,567	42

**c) výroba energie umístěná v budově, na budově nebo na pomocných objektech**

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnov. primární energie	Celková primární energie	Neobnov. primární energie
jednotky		[MWh/rok]	[-]	[-]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
Kogenerační jednotka EP <sub>CHP</sub> - teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP <sub>CHP</sub> - elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP <sub>PV</sub> - elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q <sub>H,sc,sys</sub> - teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

**d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů**

Ergonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[MWh/rok]	[-]	[-]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
elektřina ze sítě	161,252	3,2	3,0	516,006	483,756
hnědé uhlí	100,386	1,1	1,1	110,424	110,424
<b>Celkem</b>	<b>261,638</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>626,431</b>	<b>594,180</b>

**e) požadavek na celkovou dodanou energii**

(6)	Referenční budova	[MWh/rok]	146,939	Splněno (ano/ne)	ne
(7)	Hodnocená budova		261,638		
(8)	Referenční budova	[kWh/m <sup>2</sup> .rok]	184		
(9)	Hodnocená budova		328		



**f) požadavek na neobnovitelnou primární energii**

(10)	Referenční budova	[MWh/rok]	165,020	Splněno (ano/ne)	ne
(11)	Hodnocená budova		594,180		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m <sup>2</sup> )	[kWh/m <sup>2</sup> .rok]	207		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m <sup>2</sup> )		744		

**g) primární energie hodnocené budovy**

(14)	Celková primární energie	[MWh/rok]	626,431
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14 - ř.11)	[MWh/rok]	32,251
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	5,1

**h) hodnoty pro vytvoření hranic klasifikačních tříd**

Horní hranici třídy C odpovídají	Celková dodaná energie	[MWh/rok]	132,043
	Neobnovitelná primární energie	[MWh/rok]	153,738
	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	[W/m <sup>2</sup> .K]	0,35
	Dílní dodané energie: vytápění	[MWh/rok]	100,525
	chlazení	[MWh/rok]	
	větrání	[MWh/rok]	
	úprava vlhkosti vzduchu	[MWh/rok]	
	příprava teplé vody	[MWh/rok]	27,049
	osvětlení	[MWh/rok]	4,469
Tabulka h) obsahuje hodnoty, které se použijí pro vytvoření hranic klasifikačních tříd podle přílohy č. 2.			

## Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov

Alternativní systémy	Posouzení proveditelnosti			
	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energii	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost				
Ekonomická proveditelnost				
Ekologická proveditelnost				
<b>Doporučení k realizaci a zdůvodnění</b>				
<b>Datum vypracování analýzy</b>				
<b>Zpracovatel analýzy</b>				
<b>Energetický posudek</b>	Povinnost vypracovat energetický posudek			
	Energetický posudek je součástí analýzy			
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			

## **Doporučená technicky a ekonomicky vhodná opatření pro snížení energetické náročnosti budovy**

Popis opatření	Předpokládaný průměrný součinitel prostupu tepla	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná neobnovitelná primární energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
<i>Stavební prvky a konstrukce budovy:</i>					
		x	x		
<i>Technické systémy budovy:</i>					
vytápění:	x		x		
chlazení:	x		x		
větrání:	x		x		
úprava vlhkosti vzduchu:	x		x		
příprava teplé vody:	x		x		
osvětlení:	x		x		
<i>Obsluha a provoz systémů budovy:</i>					
	x	x	x		
<i>Ostatní - uveďte jaké:</i>					
	x	x	x		
<b>Celkem</b>	<b>x</b>				

Opatření	Posouzení vhodnosti opatření			
	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké:
Technická vhodnost				
Funkční vhodnost				
Ekonomická vhodnost				
<b>Doporučení k realizaci a zdůvodnění</b>				
<b>Datum vypracování doporučených opatření</b>				
<b>Zpracovatel analýzy</b>				
<b>Energetický posudek</b>	Energetický posudek je součástí analýzy			
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			

**Závěrečné hodnocení energetického specialisty**

<b>Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie</b>	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
<b>Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy</b>	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	Ne
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	Ne
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	
• Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	E
<b>Budova užívaná orgánem veřejné moci</b>	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
<b>Prodej nebo pronájem budovy nebo její části</b>	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
<b>Jiný účel zpracování průkazu</b>	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	

**Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz**

Jméno a příjmení	Bc. Lukáš Oppl
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

**Datum vypracování průkazu**

Datum vypracování průkazu	11.3.2016
---------------------------	-----------

# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: Husova 403 a 404

PSČ, místo: 259 01 Votice

Typ budovy: Bytový dům

Plocha obálky budovy: 1455,0 m<sup>2</sup>

Objemový faktor tvaru A/V: 0,61 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

Energeticky vztažná plocha: 798,4 m<sup>2</sup>

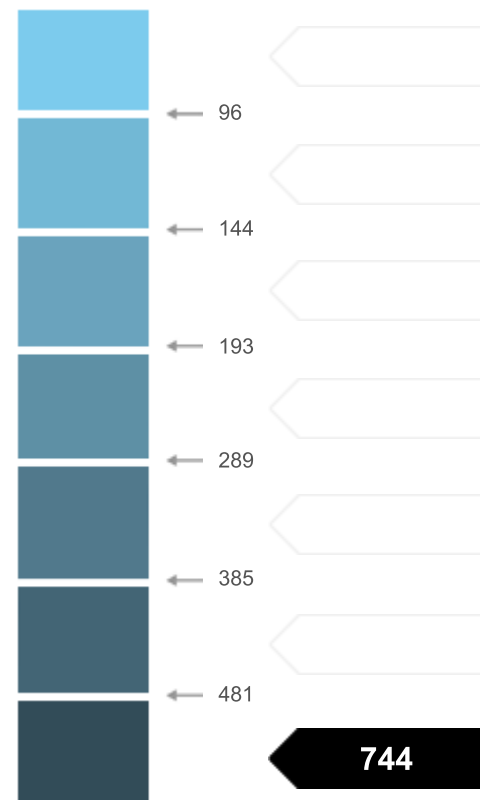


## ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

**Celková dodaná energie**  
(Energie na vstupu do budovy)

**Neobnovitelná primární energie**  
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m<sup>2</sup>·rok)



Hodnoty pro celou budovu  
MWh/rok

261,638

594,180

## DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

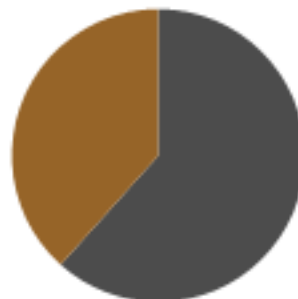
Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	
Okna a dveře:	
Střechu:	
Podlahu:	
Vytápění:	
Chlazení/klimatizaci:	
Větrání:	
Přípravu teplé vody:	
Osvětlení:	
Jiné:	

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na enegetickou náročnost je znázorněno šipkou



## PODÍL ENERGOŠETELŮ NA DODANÉ ENERGI

Hodnoty pro celou budovu  
MWh/rok



Elektrina ze sítě: 161,3  
Uhlí: 100,4

## UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	$U_{em}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	Dílčí dodané energie			Měrné hodnoty	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	
Mimořádně úsporná	A						
	B						
	C					28	
	D						
	E						
	F	258					
Mimořádně neúsporná	G						42
	1,27						
<b>Hodnoty pro celou budovu</b> MWh/rok		205,63				22,44	33,57

Zpracovatel: Bc. LukE Opplt

Kontakt:

Osvědčení č.:

Vyhotoveno dne: 11.3.2016

Podpis:

**PŘÍLOHA III.**  
**DETAIL VĚNCE**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

- A. STÁVAJÍCÍ STAV
- B. ZATEPLENÝ Z INTERIÉRU
- C. ZATEPLENÝ Z EXTERIÉRU
- D. ZATEPLENÝ PROVĚTRÁVANOU FASÁDOU
- E. ZATEPLENÝ TERMOIZOLAČNÍ OMÍTKOU



## PŘÍLOHA IV.

POŽADOVANÉ A DOPORUČENÉ HODNOTY SOUČINITELŮ PROSTUPŮ TEPLA  
DLE ČSN 73 0540

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	$U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30 <sup>1)</sup>	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 <sup>1)</sup>	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině <sup>4), 6)</sup>	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině <sup>6)</sup>	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami <sup>3)</sup>	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,20	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,70	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,50 <sup>2)</sup>	1,20	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,40 <sup>7)</sup>	1,10	0,90
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,70	1,20	0,90
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,50	2,30	1,70
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,50	2,30	1,70
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,60	1,70	1,40
Lehký obvodový plášť (LOP), hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w / A$ , v m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> , kde	$f_w \leq 0,50$	0,3 + 1,4· $f_w$	0,15 + 0,85· $f_w$
A je celková plocha lehkého obvodového pláště (LOP), v m <sup>2</sup> ;	$f_w > 0,50$	0,7 + 0,6· $f_w$	
$A_w$ plocha průsvitné výplně otvoru sloužící převážně k osvětlení interiéru včetně příslušných částí rámu v LOP, v m <sup>2</sup>			
Kovový rám výplně otvoru	-	1,80	1,00
Nekovový rám výplně otvoru <sup>5)</sup>	-	1,30	0,90 - 0,70
Rám lehkého obvodového pláště	-	1,80	1,20

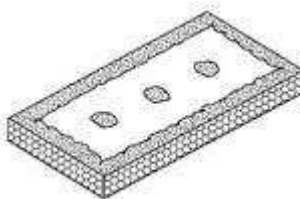
## PŘÍLOHA V.

### BODOVÝ POSTUP PROVÁDĚNÍ KONTAKTNÍHO ZATEPLOVACÍHO SYSTÉMU

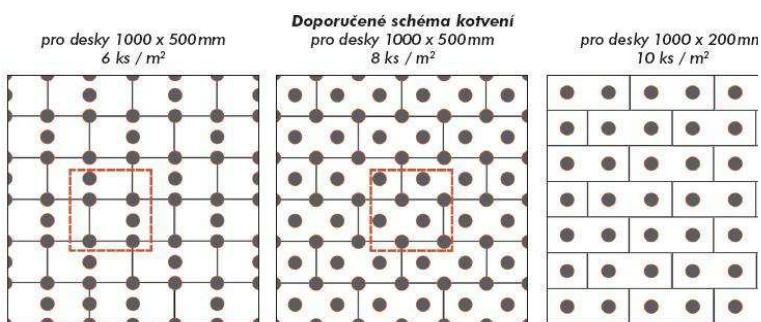
- 1) Montáž lešení
- 2) Mechanické odstranění stávající omítky
- 3) Zkontrolovat a vyrovnat zeď, na které se bude provádět zateplovací systém
- 4) Montáž zakládací lišty pomocí šroubů a hmoždinek (lišta musí být ve vodorovné poloze!!!)



- 5) Kotvení polystyrenových desek pomocí lepidla (lepení desek na vazbu!!!)



- 6) Osazení vnějších parapetů
- 7) Vyvrtání otvorů pro kotvící talířové hmoždinky
- 8) Kotvení desek talířovými hmoždinkami (hmoždinka 2x větší než je tloušťka izolantu)  
8 hmoždinek na 1m<sup>2</sup>



## 9) Vyrovnání plochy lepidlem přes kotvící talířové hmoždinky



## 10) Přebroušení ploch

## 11) Natažení první vrstvy lepidla

## 12) Montáž perlinky včetně rohových lišt

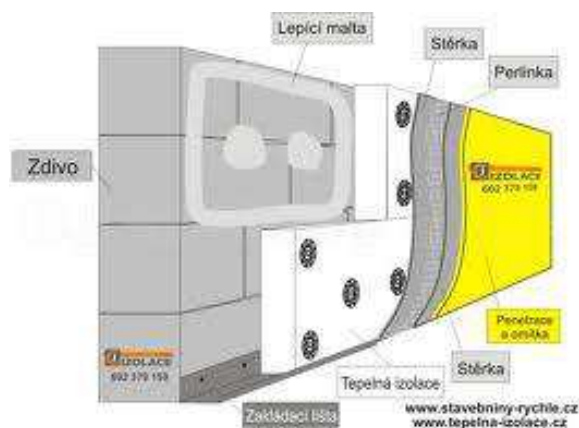
## 13) Natažení druhé vrstvy lepidla

## 14) Přebroušení ploch

## 15) Natření ploch penetrací

## 16) Natažení probarvené minerální omítky

## 17) Ihned demontovat lešení

**BOZP**

Za dodržování předpisů bezpečnosti práce a ochrany zdraví, jakosti za údržbu a revize pracovních pomůcek a strojů zodpovídá provádějíci.

- před započítím prací musí být připraveny všechny pracovní a ochranné pomůcky pro zateplování;
- dodržovat pořádek na skládce materiálu a jejím okolí;
- dodržovat předpisy bezpečnosti a ochrany zdraví při práci;
- ochranné a bezpečnostní pomůcky pravidelně kontrolovat a udržovat zařízení v předepsaném stavu;
- zabezpečovat kontrolu pracovních lešení a stavebních výtahů;
- při práci s elektrickými přístroji je třeba dodržet zásady bezpečnosti práce a ochrany zdraví;

**PŘÍLOHA VI.**  
**DETAIL NAVRŽENÉ SKLADBY OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

**PŘÍLOHA VII.**  
**OKENNÍ OTVORY**

**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

- A. DETAIL NADPRAŽÍ OKNA S OCELOVÝM RÁMEM
- B. DETAIL NADPRAŽÍ PLASTOVÉHO OKNA

**PŘÍLOHA VIII.**  
**DETAIL NÁROŽÍ**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

- A. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU
- B. DETAIL NAVRHOVANÉHO STAVU

**PŘÍLOHA IX.**  
**DETAIL ŽELEZEBETONOVÉ KONZOLY BALKONU**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

- A. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU
- B. DETAIL NAVRHOVANÉHO STAVU – VARIANTA I.
- C. DETAIL NAVRHOVANÉHO STAVU – VARIANTA II.

**PŘÍLOHA X.**  
**DETAIL ZATEPLENÍ STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

- A. DETAIL SKLADBY STROPNÍ KONSTRUKCE ZATEPLENÉ MINERÁLNÍ VATOU +  
SCHÉMA KONSTRUKCE LÁVKY
- B. DETAIL SKLADBY STROPNÍ KONSTRUKCE ZATEPLENÉ PĚNOVÝM  
PODLAHOVÝM POLYSTYRENEM



**PŘÍLOHA XI.**  
**DETAIL ŽELEZEBETONOVÉ KONZOLY BALKONU**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

- A. DETAIL MEZI A PODKROKEVNÍHO ZATEPLENÍ STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ
- B. DETAIL NADKROKEVNÍHO ZATEPLENÍ STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ

**PŘÍLOHA XII.**  
**DETAIL ŘÍMSY**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

- A. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU ŘÍMSY
- B. DETAIL ZATEPLENÍ ŘÍMSY – VARIANTA I.
- C. DETAIL ZATEPLENÍ ŘÍMSY – VARIANTA II.

**PŘÍLOHA XIII.**  
**DETAIL U KOMÍNOVÉHO TĚLESA**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

- A. DETAIL ZATEPLENÍ KOMÍNOVÉHO TĚLESA
- B. DETAIL ZAKONČENÍ TEPELNÉ IZOLACE A LÁVKY U KOMÍNOVÉHO TĚLESA

**PŘÍLOHA XIV.**  
**NÁVRH UMÍSTĚNÍ VSTUPNÍCH DVEŘÍ DO SKLEPNÍCH PROSTORŮ**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

**PŘÍLOHA XV.**  
**NÁVRHY ŘEŠENÍ PODHLEDU VŮČI VEDENÍ VODOVOD. A ODPADNÍHO**  
**POTRUBÍ**

**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

- A. VARIANTA I.
- B. VARIANTA II.
- C. VARIANTA III.

**PŘÍLOHA XVI.**  
**DETAIL ZATEPLENÍ STROPNÍ KONSTRUKCE 1.PP.**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

- A. DETAIL NÁVRHU ZATEPLENÍ STROPNÍ KCE. 1.PP. POMOCÍ CHYTRÉ PĚNY
- B. DETAIL NÁVRHU ZATEPLENÍ STROPNÍ KCE. 1.PP. POMOCÍ MINERÁLNÍ VATY

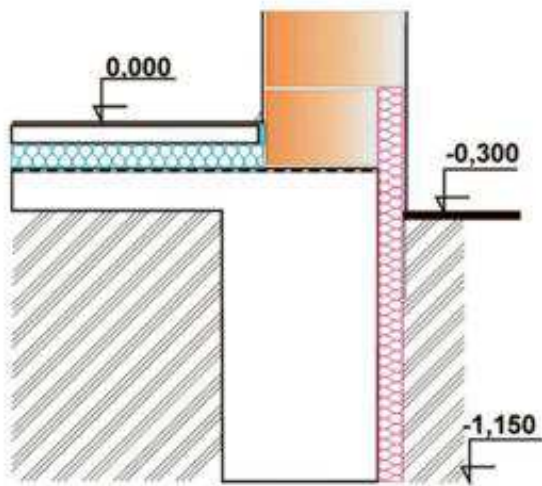
**PŘÍLOHA XVII.**  
**DETAIL SUTERÉNNÍ STĚNY**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

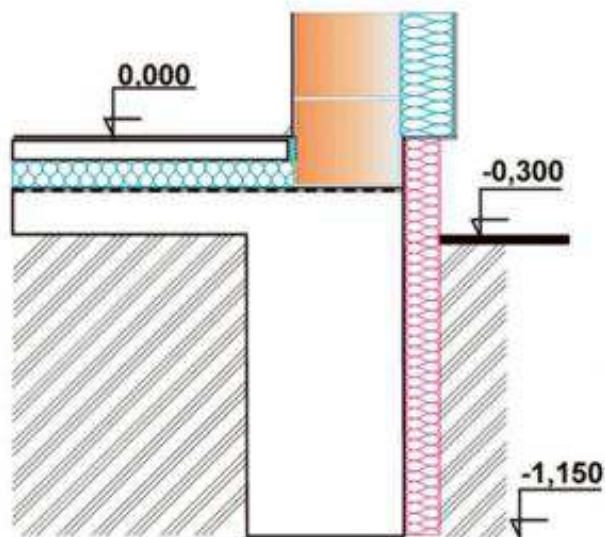
- A. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU
- B. DETAIL NÁVRHU ZATEPLENÍ SUTERÉNNÍ STĚNY – VARIANTA I.
- C. DETAIL NÁVRHU ZATEPLENÍ SUTERÉNNÍ STĚNY – VARIANTA II.

## PŘÍLOHA XVIII.

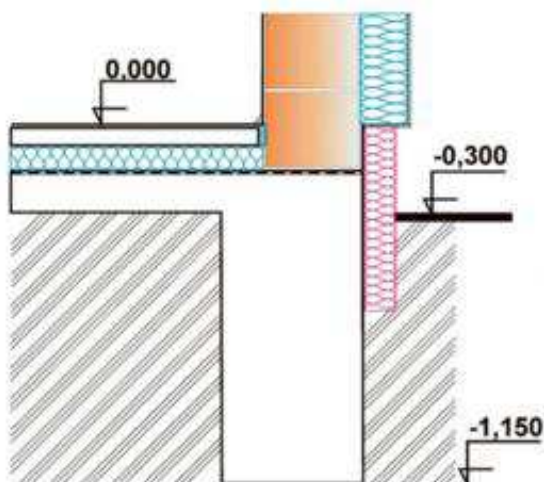
### NÁKRES ULOŽENÍ TEPELNÉ IZOLACE PRO ZATEPLENÍ SOKLU



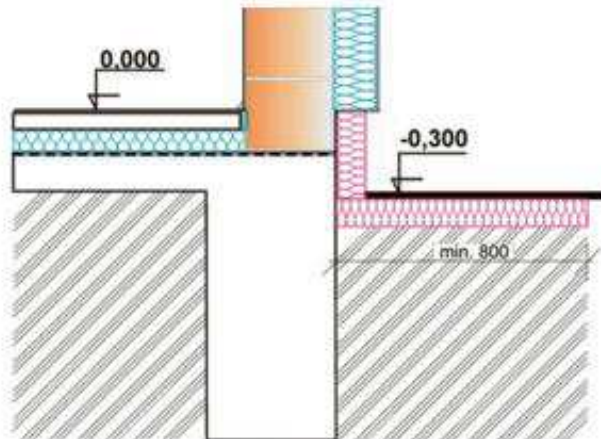
*Správné řešení zateplení soklu pro jednovrstvé stěny*



*Správné řešení soklu zateplených stěn*



*Řešení zateplení soklu pro zateplené stěny s omezenou hloubkou výkopu*

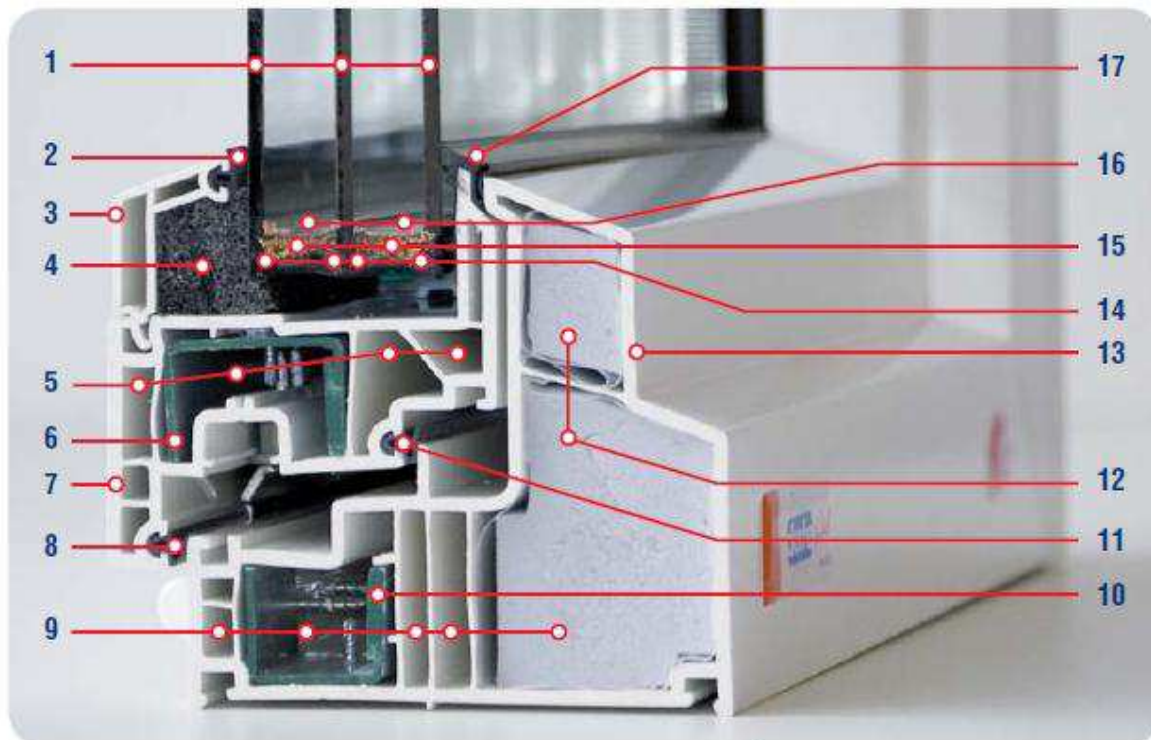


*Kombinace soklových desek s drenážními deskami umístěnými pod okapovým chodníkem do vzdálenosti 80 cm od paty budovy*



## PŘÍLOHA XIV.

### OBRÁZKY ZASKLENÍ A ŘEZŮ OKENNÍM RÁMEM



Název: **CLIMA-DESIGN 120 – 5K**

Výrobce: **REHAU**

Materiál: **plastové okno**

Součinitel tepelného prostupu sklem  $U_g$ : 0,32–0,7 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel tepelného prostupu rámem  $U_r$ : 0,71 W/m<sup>2</sup>K

**Součinitel tepelného prostupu oknem  $U_w$ : 0,42–0,8 W/m<sup>2</sup>K**

Konstrukční hloubka: 120 mm

Počet komor: 5 / izolační klíny

Odolnost proti vloupání: do třídy 2

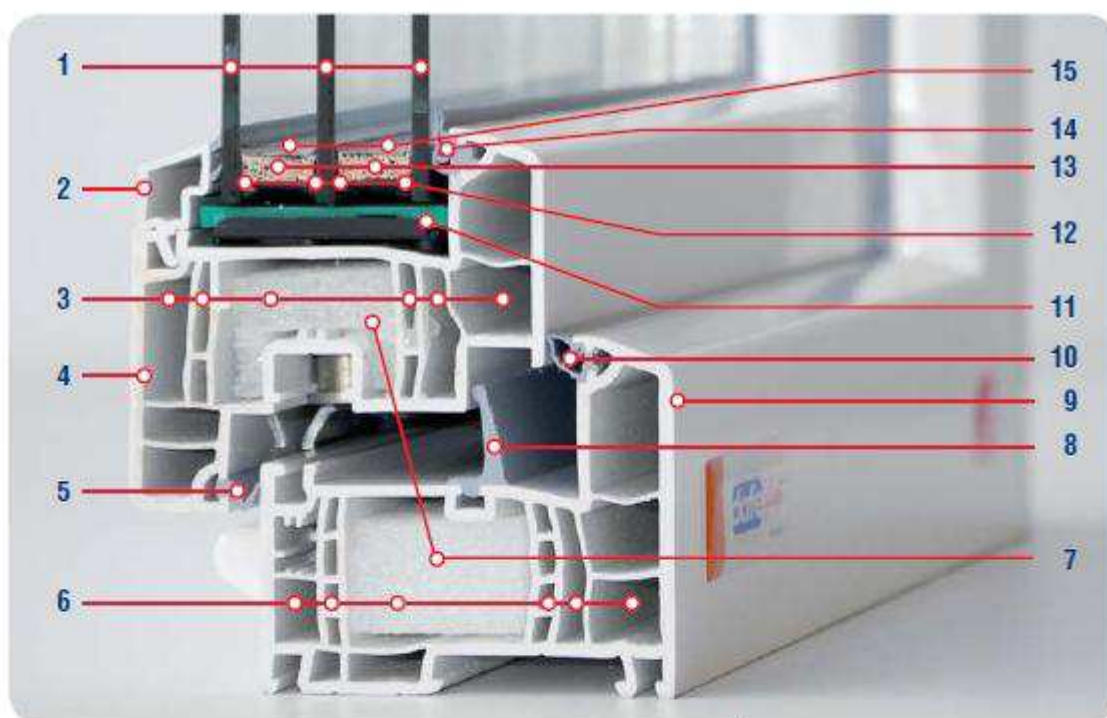
Zvuková izolace: do třídy 4

Povrchová úprava: vysoce jakostní, hladká,  
lehce udržovatelná

*Poznámky:*

- certifikováno pro pasivní domy
- izolační klíny bez obsahu chloru

- 1 Izolační trojsklo
- 2 Zasklivač těsnění
- 3 Zasklivač lišta
- 4 Tepelněizolační klín
- 5 4komorový okenní profil
- 6 Ocelová výztuha křídla
- 7 Křídlo okna
- 8 Vnitřní těsnění
- 9 5komorový rámový profil
- 10 Ocelová výztuha rámu
- 11 Středové těsnění
- 12 Tepelněizolační klíny
- 13 Rám okna
- 14 Trvale pružný tmel
- 15 Molekulové síto (vysoušecí prostředek – eliminuje vlhkost v meziprostorech)
- 16 Distanční rámeček
- 17 Venkovní těsnění



Název: **GENEO® 86 – 6K**

Výrobce: **REHAU**

Materiál: **plastové okno**

Součinitel tepelného prostupu sklem  $U_g$ : 0,5–1,1 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel tepelného prostupu rámem  $U_f$ : 0,85 W/m<sup>2</sup>K

**Součinitel tepelného prostupu oknem  $U_w$ : 0,6–0,9 W/m<sup>2</sup>K**

Konstrukční hloubka: 86 mm

Počet komor: 6 / možnost izolačních klínů

Odpornost proti vloupání: do třídy 3

Zvuková izolace: do třídy 5

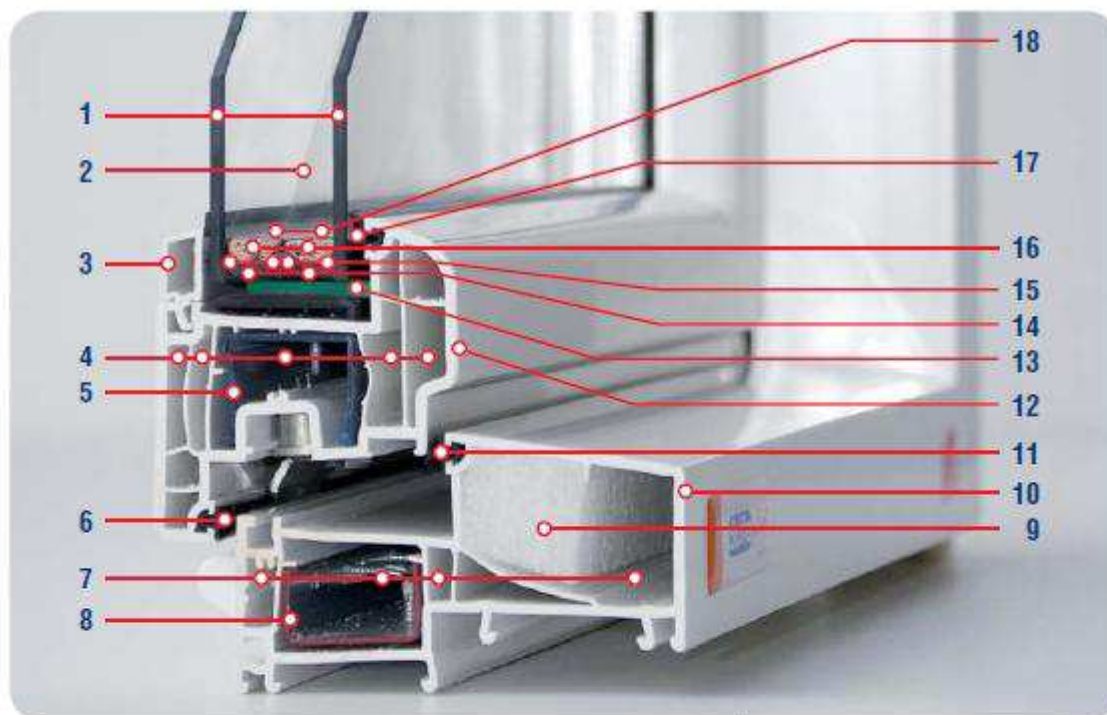
Povrchová úprava: jakostní, hladká, uzavřená,  
snadná údržba

*Poznámky:*

- ideální pro energeticky úsporné domy
- pro zlepšení energetické bilance rekonstrukcí
- velký výběr barev
- pro nejvyšší standard v bytové výstavbě
- pro okna a balkónové dveře
- nová konstrukce a technologie

- 1 Izolační trojsklo
- 2 Zasklívací lišta
- 3 6komorový okenní profil
- 4 Křídlo okna (bez přidavného armování)
- 5 Vnitřní těsnění
- 6 6komorový rámový profil
- 7 Tepelněizolační klíny
- 8 Středové těsnění
- 9 Rám okna (bez přidavného armování)
- 10 Venkovní těsnění
- 11 Zasklívací podložka
- 12 Trvale pružný tmel
- 13 Molekulové síto (vysoušecí prostředek – eliminuje vlhkost v meziprostorech)
- 14 Zasklívací těsnění
- 15 Distanční rámeček





**Název: BRILLANT-DESIGN 115 – 4K**

**Výrobce: REHAU**

**Materiál: plastové okno**

Součinitel tepelného prostupu sklem  $U_g$ : 0,6–1,1 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel tepelného prostupu rámem  $U_f$ : 0,9 W/m<sup>2</sup>K

**Součinitel tepelného prostupu oknem  $U_w$ : 0,7–1,2 W/m<sup>2</sup>K**

Konstrukční hloubka: 115 mm

Počet komor: 4 / izolační klíny

Odolnost proti vloupání: do třídy 2

Zvuková izolace: do třídy 4

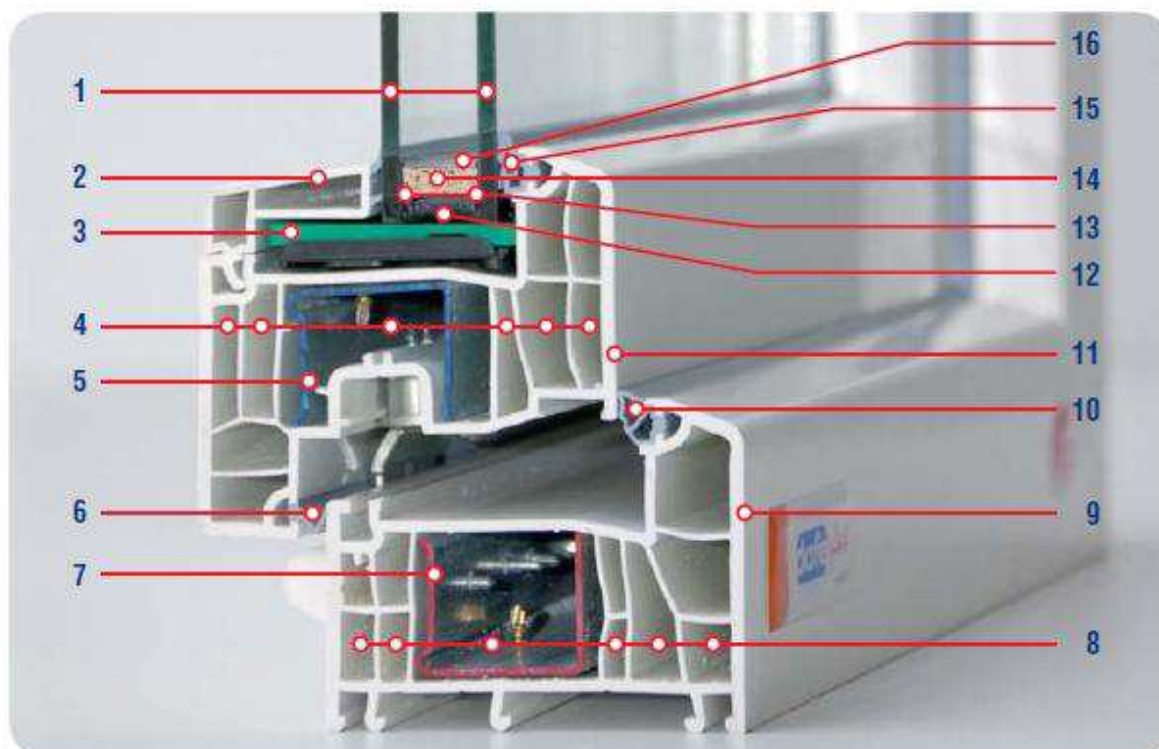
Těsnost proti dešti hnanému větrem: do třídy 9A

Povrchová úprava: vysoce jakostní, hladká,  
lehce udržovatelná

**Poznámky:**

- infiltrace bez ztráty tepelné a zvukové izolace
- patentovaný způsob infiltrace
- tloušťka výplně do 44 mm
- také včetně rolet REHAU Comfort-Design
- sanace panelových domů a zejména školských zařízení

- 1 Izolační dvojsklo
- 2 HEAT MIRROR (fólie napnutá uvnitř izolačního dvojskla)
- 3 Zasklívací lišta
- 4 5komorový okenní profil
- 5 Ocelová výztuha křídla
- 6 Vnitřní těsnění
- 7 4komorový rámový profil
- 8 Ocelová výztuha rámu
- 9 Tepelněizolační klín
- 10 Rám okna
- 11 Venkovní těsnění
- 12 Křídlo okna
- 13 Zasklívací podložka
- 14 Trvale pružný vulkanizující tmel
- 15 Trvale pružný tmel
- 16 Molekulové síto (vysoušecí prostředek – eliminuje vlhkost v meziprostorech)
- 17 Zasklívací těsnění
- 18 Distanční rámeček



Název: **EURO 86 – 6K**

Výrobce: **REHAU**

Materiál: **plastové okno**

Součinitel tepelného prostupu sklem  $U_g$ : 0,6–1,1 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel tepelného prostupu rámem  $U_f$ : 1,1 W/m<sup>2</sup>K

**Součinitel tepelného prostupu oknem  $U_w$ : 0,7–1,1 W/m<sup>2</sup>K**

Konstrukční hloubka: 86 mm

Počet komor: 6

Odolnost proti vloupání: do třídy 2

Zvuková izolace: do třídy 4

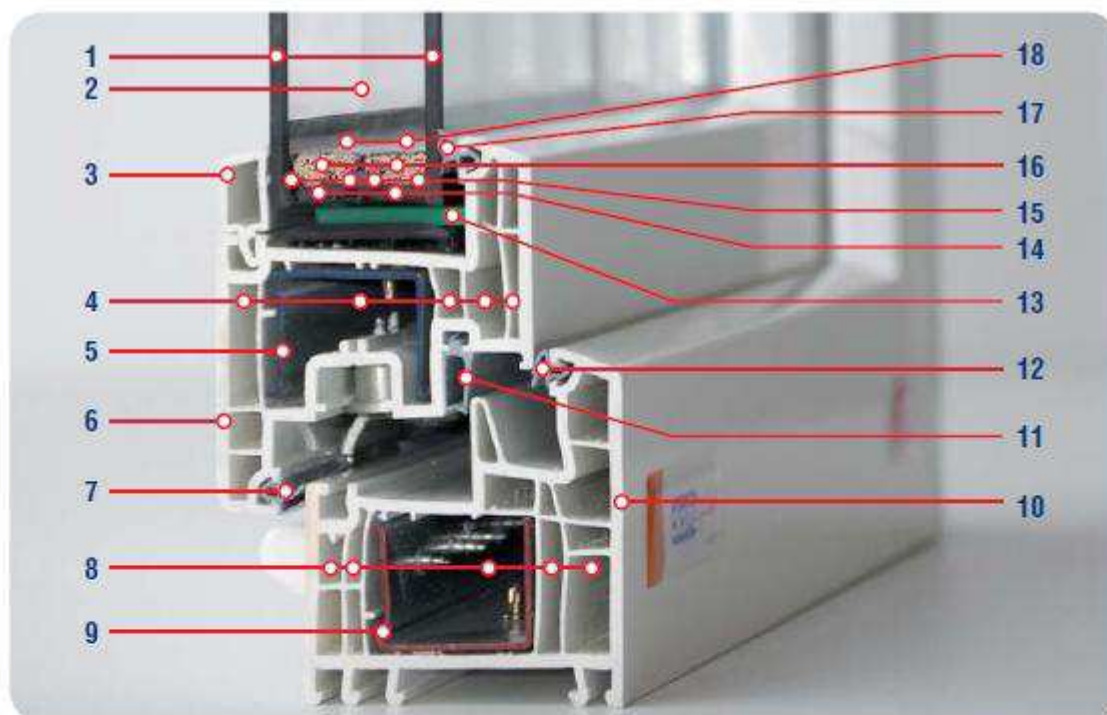
Povrchová úprava: vysoce jakostní, vysoký stupeň lesku, hladká, lehce udržovatelná

Poznámky:

- plní nároky na úspory energií
- vhodné pro rekonstrukce bytových domů
- pro okna a balkónové dveře

- 1 Izolační dvojsklo
- 2 Zasklívací lišta
- 3 Zasklívací podložka
- 4 6komorový okenní profil
- 5 Ocelová výztuha křídla
- 6 Vnitřní těsnění
- 7 Ocelová výztuha rámu
- 8 6komorový rámový profil
- 9 Rám okna
- 10 Venkovní těsnění
- 11 Křídlo okna
- 12 Trvale pružný vulkanizující tmel
- 13 Trvale pružný tmel
- 14 Molekulové síto (vysoušecí prostředek – eliminuje vlhkost v meziprostorech)
- 15 Zasklívací těsnění
- 16 Distanční rámeček





Název: **BRILLANT-DESIGN 70 – 5K**

Výrobce: **REHAU**

Materiál: **plastové okno**

Součinitel tepelného prostupu sklem  $U_g$ : 0,6–1,1 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel tepelného prostupu rámem  $U_r$ : 1,2 W/m<sup>2</sup>K

**Součinitel tepelného prostupu oknem  $U_w$ : 0,7–1,2 W/m<sup>2</sup>K**

Konstrukční hloubka: 70 mm

Počet komor: 5

Odolnost proti vloupání: do třídy 3

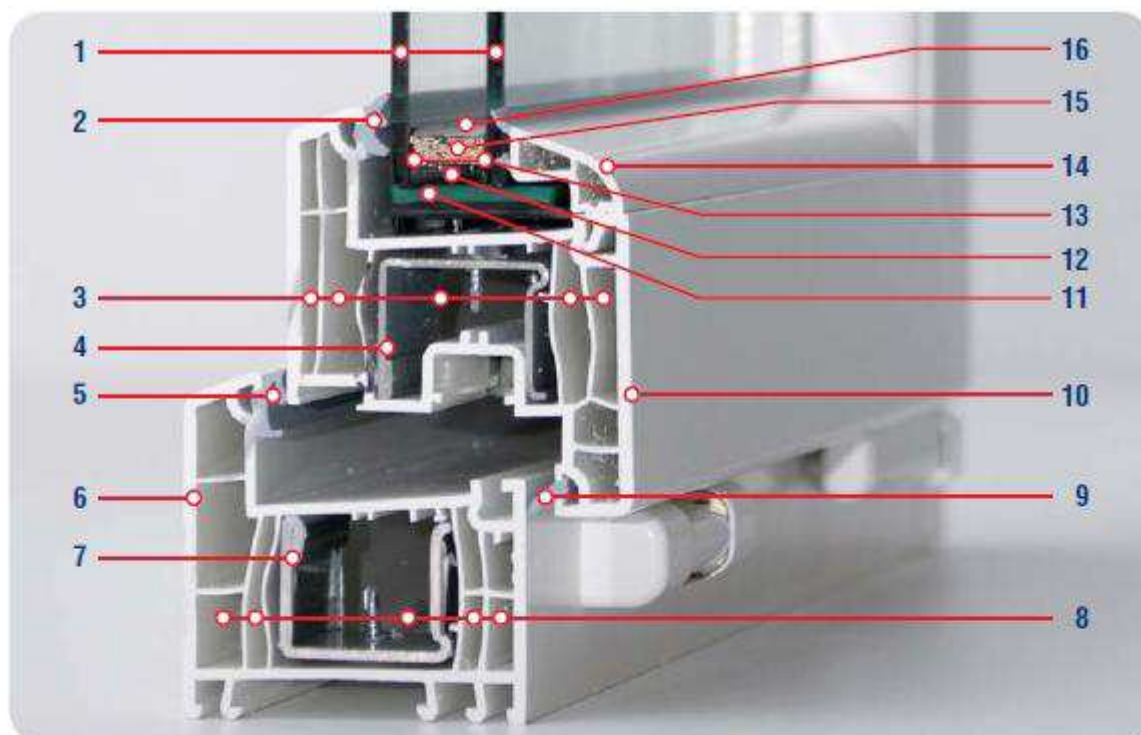
Zvuková izolace: do třídy 5

Povrchová úprava: vysoce jakostní, hladká,  
lehce udržovatelná

Poznámky:

- ideální pro rekonstrukce, rodinné domy, nové bytové domy
- velký výběr barev
- pro okna a balkónové dveře
- pro vyšší standard v bytové výstavbě
- také včetně rolet REHAU Comfort-Design

- 1 Izolační dvojsklo
- 2 HEAT MIRROR (fólie napnutá uvnitř izolačního dvojskla)
- 3 Zasklívací lišta
- 4 5komorový okenní profil
- 5 Ocelová výztuha křídla
- 6 Křídlo okna
- 7 Vnitřní těsnění
- 8 5komorový rámový profil
- 9 Ocelová výztuha rámu
- 10 Rám okna
- 11 Středové těsnění
- 12 Venkovní těsnění
- 13 Zasklívací podložka
- 14 Trvale pružný vulkanizující tmel
- 15 Trvale pružný tmel
- 16 Molekulové síto (vysoušecí prostředek – eliminuje vlhkost v meziprostorech)
- 17 Zasklívací těsnění
- 18 Distanční rámeček



Název: **EURO 70 – 5K**

Výrobce: **REHAU**

Materiál: **plastové okno**

Součinitel tepelného prostupu sklem  $U_g$ : 0,7–1,1 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel tepelného prostupu rámem  $U_f$ : 1,2 W/m<sup>2</sup>K

**Součinitel tepelného prostupu oknem  $U_w$ : 0,8–1,2 W/m<sup>2</sup>K**

Konstrukční hloubka: 70 mm

Počet komor: 5

Odolnost proti vloupání: do třídy 2

Zvuková izolace: do třídy 4

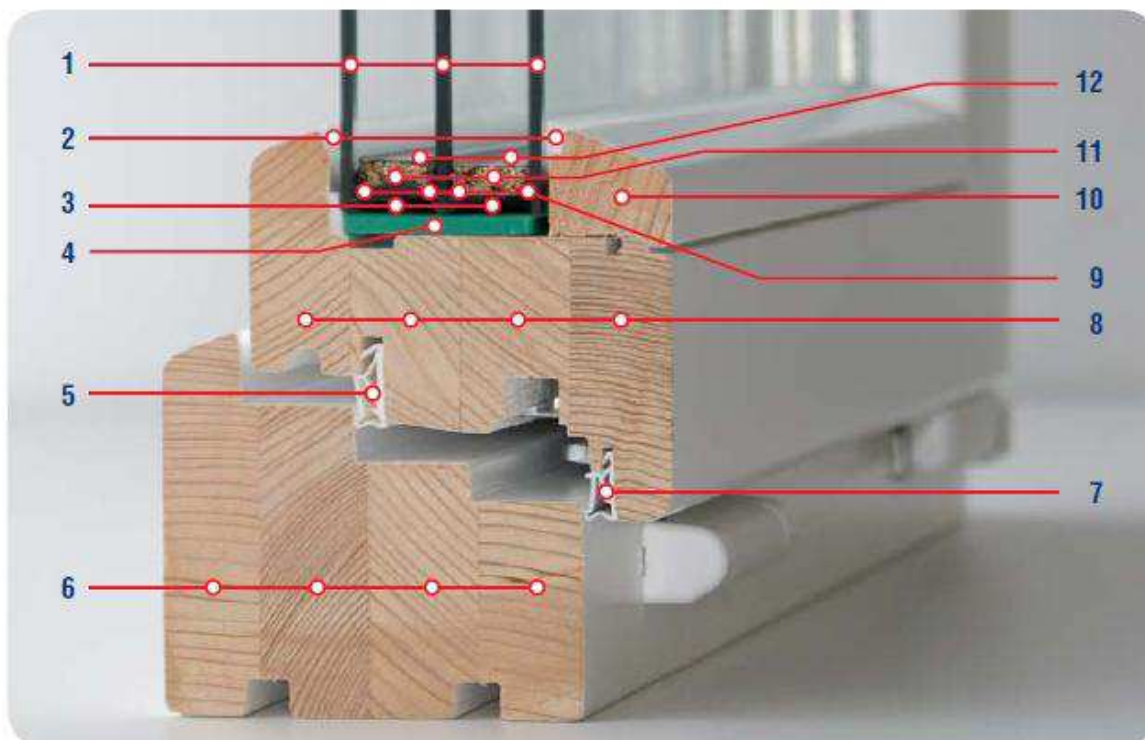
Povrchová úprava: jakostní, hladká, uzavřená,  
snadná údržba

Poznámky:

- ideální pro sanaci panelových domů
- splní nároky na úsporu tepla
- certifikováno pro EU
- také včetně rolet REHAU Comfort-Design
- pro okna a balkónové dveře

- 1 Izolační dvojsklo
- 2 Zasklívací těsnění
- 3 5komorový okenní profil
- 4 Ocelová výztuha křídla
- 5 Venkovní těsnění
- 6 Rám okna
- 7 Ocelová výztuha rámu
- 8 5komorový rámový profil
- 9 Vnitřní těsnění
- 10 Křídlo okna
- 11 Zasklívací podložka
- 12 Trvale pružný vulkanizující tmel
- 13 Trvale pružný tmel
- 14 Zasklívací lišta
- 15 Molekulové síto (vysoušecí prostředek – eliminuje vlhkost v meziprostorech)
- 16 Distanční rámeček





Název: **REAL PLUS EURO 92**

Výrobce: **DECp**

Materiál: **dřevěné okno**

Součinitel tepelného prostupu sklem  $U_g$ : 0,5–1,1 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel tepelného prostupu rámem  $U_f$ : 1,2 W/m<sup>2</sup>K

**Součinitel tepelného prostupu oknem  $U_w$ : 0,7–0,9 W/m<sup>2</sup>K**

Konstrukční hloubka: 92 mm

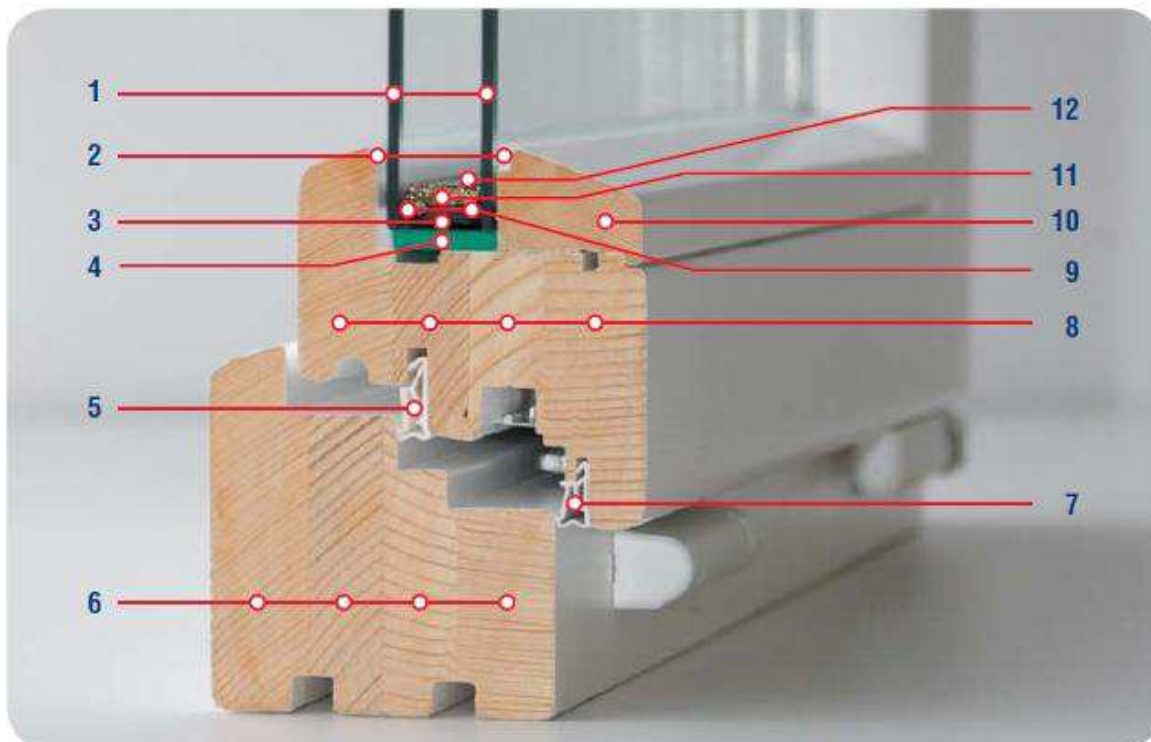
Odolnost proti vloupání: do třídy 3

Povrchová úprava: široká škála lazur a barev

Poznámky:

- vhodné pro energeticky úsporné domy
- pro zlepšení energetické bilance
- dokonalá povrchová úprava
- pro vysoký standard v bytové výstavbě
- pro okna a balkónové dveře

- 1 Izolační trojsklo
- 2 Interiérové a exteriérové zasklívací těsnění (silikonový tmel)
- 3 Trvale pružný vulkanizující tmel
- 4 Zasklívací podložka
- 5 Venkovní těsnění
- 6 4vrstvý eurohranol (rám)
- 7 Vnitřní těsnění
- 8 4vrstvý eurohranol (křídlo)
- 9 Trvale pružný tmel
- 10 Zasklívací lišta
- 11 Molekulové síto (vysoušecí prostředek – eliminuje vlhkost v meziprostorech)
- 12 Distanční rámeček



Název: **REAL EURO 78**

Výrobce: **DECp**

Materiál: **dřevěné okno**

Součinitel tepelného prostupu sklem  $U_g$ : 0,8–1,2 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel tepelného prostupu rámem  $U_f$ : 1,4 W/m<sup>2</sup>K

**Součinitel tepelného prostupu oknem  $U_w$ : 0,9–1,4 W/m<sup>2</sup>K**

Konstrukční hloubka: 78 mm

Odolnost proti vloupání: do třídy 3

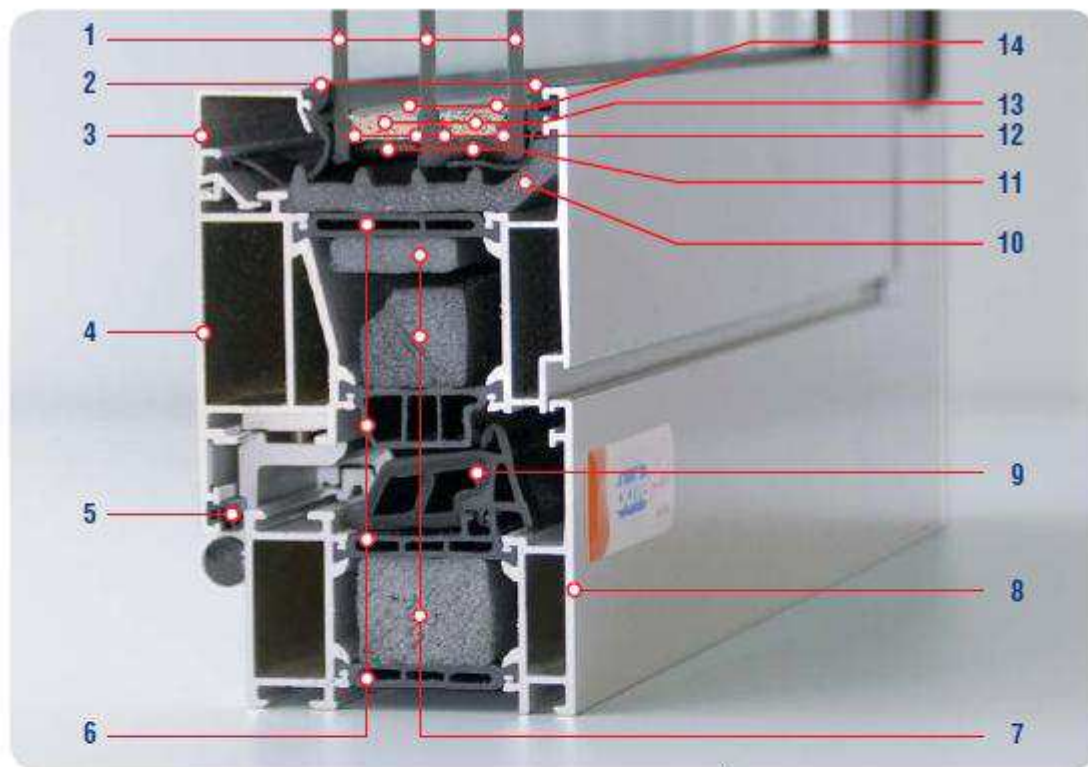
Povrchová úprava: široká škála lazur a barev

Poznámky:

- ideální pro zlepšení energetické bilance rekonstrukcí
- dokonalá povrchová úprava
- pro okna a balkónové dveře

- 1 Izolační dvojsklo
- 2 Interiérové a exteriérové zasklívací těsnění (silikonový tmel)
- 3 Trvale pružný vulkanizující tmel
- 4 Zasklívací podložka
- 5 Venkovní těsnění
- 6 4vrstvý eurohranol (rám)
- 7 Vnitřní těsnění
- 8 4vrstvý eurohranol (křídlo)
- 9 Trvale pružný tmel
- 10 Zasklívací lišta
- 11 Molekulové síto (vysoušecí prostředek – eliminuje vlhkost v meziprostorech)
- 12 Distanční rámeček





Název: **SCHÜCO AWS 75 SI**

Výrobce: **SCHÜCO**

Materiál: **hliníkové okno**

Součinitel tepelného prostupu sklem  $U_g$ : 0,5–1,1 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel tepelného prostupu rámem  $U_f$ : 1,6 W/m<sup>2</sup>K

**Součinitel tepelného prostupu oknem  $U_w$ : 0,8–1,3 W/m<sup>2</sup>K**

Konstrukční hloubka: 75 mm / izolační klíny

Odolnost proti vloupání: do třídy 4

Povrchová úprava: paleta eloxů + komaxitové barvy dle RAL

Poznámky:

- pro vysoce esteticky náročné domy
- vysoká tuhost a odolnost proti mechanickému poškození
- pro okna a balkónové dveře
- nezaměnitelná povrchová úprava

- 1 Izolační trojsklo
- 2 Zasklívací těsnění
- 3 Zasklívací lišta
- 4 Křídlo okna s přerušným tepelným mostem
- 5 Vnitřní těsnění
- 6 Přerušení tepelného mostu (polyamidový můstek)
- 7 Tepelněizolační klíny
- 8 Rám okna s přerušným tepelným mostem
- 9 Středové těsnění
- 10 Pěnová izolace skla
- 11 Trvale pružný vulkanizující tmel
- 12 Trvale pružný tmel
- 13 Molekulové síto (vysoušecí prostředek – eliminuje vlhkost v meziprostorech)
- 14 Distanční rámečky

**PŘÍLOHA XX.**  
**DETAIL PŘEDSAZENÍ OKNA V OKENNÍM OTVORU**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

**PŘÍLOHA XXI.**  
**PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI NAVRHOVANÉHO STAVU OBJEKTU**

# Protokol k průkazu energetické náročnosti budovy

## Účel zpracování průkazu

Nová budova	Budova užívaná orgánem veřejné moci
Prodej budovy nebo její části	Pronájem budovy nebo její části
<input checked="" type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	
Jiný účel zpracování:	

## Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ)	Husova 403 a 404, 259 01 Votice
Katastrální území:	Votice
Parcelní číslo:	540/1
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	
Vlastník nebo stavebník:	M.Ú. Votice
Adresa:	přK o m e n s k é h o o n á m
IČ:	
Tel./e-mail:	

Typ budovy		
Rodinný dům	<input checked="" type="checkbox"/> Bytový dům	Budova pro ubytování a stravování
Administrativní budova	Budova pro zdravotnictví	Budova pro vzdělávání
Budova pro sport	Budova pro obchodní účely	Budova pro kulturu
Jiný druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m <sup>3</sup> ]	2399,2
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m <sup>2</sup> ]	1455,0
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,61
Celková energeticky vztažná plocha budovy A <sub>c</sub>	[m <sup>2</sup> ]	798,4

Druhy energie (energonositele) užívané v budově	
<input checked="" type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina
Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE:</i> <i>do 50 % včetně,</i> <i>nad 50 do 80 %,</i> <i>nad 80 %,</i>	
Energie okolního prostředí (např. sluneční energie): <i>účel:</i> <i>na vytápění,</i> <i>pro přípravu teplé vody,</i> <i>na výrobu elektrické energie,</i>	
Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:	

Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

**Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech****A) stavební prvky a konstrukce****a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla**

Konstrukce obálky budovy	Plocha $A_j$	Součinitel prostupu tepla			Číselník tepl. redukce $b_j$	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota $U_j$	Referenční hodnota $U_{N,rc,j}$	Splněno		
	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[ano/ne]	[-]	[W/K]
O b v o d o v Ě	610,25	0,175			1,00	106,8
S t Ě c h a	266,12	0,115			1,00	30,6
O t v o r o v Ě	104,02	0,700			1,00	72,8
PodlahovĚ konstrukce	277,81	1,658			0,61	282,4
V n ě r ě n ě	177,96	1,592			0,44	124,9
D v ě r ě d o	18,84	2,230			0,44	18,5
TepelnĚ vazby						72,7
<b>Celkem</b>	<b>1 455,0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>708,9</b>

**Poznámka:** Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

**a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla**

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota	Objem zóny	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny	Součin
	$\Theta_{im,j}$ [°C]	$V_j$ [m <sup>3</sup> ]	$U_{em,R,j}$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]	$V_j \cdot U_{em,R,j}$ [W.m/K]
Bytový dům	20,0	2 399,2	0,45	1 079,64
<b>Celkem</b>	<b>x</b>	<b>2 399,2</b>	<b>x</b>	<b>1 079,64</b>

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em}$ ( $U_{em} = H_T/A$ )	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ( $U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V$ )	Splněno
	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[ano/ne]
Budova jako celek	0,49	0,45	ne

**Poznámka:** Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b).

## B) technické systémy

### b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla <sup>2)</sup>		Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
					$\eta_{H,gen}$	COP		
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[%]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	<b>x</b> <sup>1)</sup>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	80	--	85	80
Hodnocená budova/zóna:								
Bytový dům	elektrina ze sítě	elektrina ze sítě	60,0		93		89	88
Bytový dům	hnědé uhlí	hnědé uhlí	40,0		65		89	88

Poznámka: <sup>1)</sup> symbol **x** znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu  
<sup>2)</sup> v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

### b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla	Požadavek splněn
		$\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	$\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	
	[-]	[%]	[%]	[ano/ne]

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

## B) technické systémy

### b.2.a) chlazení

Hodnocená budova/zóna	Typ systému chlazení	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>			
Hodnocená budova/zóna:							

### b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova/zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[-]	[-]	[ano/ne]

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).



**B) technické systémy****b.3) větrání**

Hodnocená budova/zóna	Typ vět- racího systému	Energo- nositel	Tepelný výkon	Chladí- cí výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmen. elektr. příkon systému větrání	Jmen. objem. průtok větracího vzduchu	Měrný příkon venti- látoru nuce- ného větrání SFP <sub>ahu</sub>
	[-]	[-]	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m <sup>3</sup> /hod]	[W.s/m <sup>3</sup> ]
Referenční budova	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	
Hodnocená budova/zóna:								
Bytový dům	e n ø							



## B) technické systémy

### b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova/zóna	Systém přípravy TV v budově	Ergo-nositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmen. příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody <sup>1)</sup>		Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
						$\eta_{W,gen}$	COP		
						[-]	[-]		
Referenční budova	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	85	--	5,0	150,0
Hodnocená budova/zóna:									
Bytový dům	k o h	elektřina ze sítě	100,0		1440	99		6,4	51,5

Poznámka: <sup>1)</sup> v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

### b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova/zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[%]	[%]	[ano/ne]

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

**B) technické systémy****b.6) osvětlení**

Hodnocená budova/zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztážený k osvětlenosti zóny $P_{L,lx}$
	[-]	[%]	[kW]	[W/(m <sup>2</sup> .lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,05
Hodnocená budova/zóna:				
Bytový dům		100	4,0	0,13

**Energetická náročnost hodnocené budovy****a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově**

Hodnocená budova/zóna	Vytápění EP <sub>H</sub>	Chlazení EP <sub>C</sub>	Nucené větrání EP <sub>F</sub>		Příprava teplé vody EP <sub>W</sub>	Osvětlení EP <sub>L</sub>	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčením			Pro budovu	Pro budovu i dodávku mimo budovu
Bytový dům	×				×	×		

### b) díčí dodané energie

ř.			(1) Potřeba energie [MWh/rok]	(2) Vypočtená spotřeba energie [MWh/rok]	(3) Pomocná energie [MWh/rok]	(4) Díčí dodaná energie (ř.4)=(ř.2)+(ř.3) [MWh/rok]	(5) Měrná díčí dodaná energie na celkovou energeticky vztažnou plochu (ř.4) / m <sup>2</sup> [kWh/(m2.rok)]
	Ref. budova	Hod. budova					
	<b>Vytápění</b>						
	128	102,363	55,685	102,363		102,363	128
	105	84,072	52,235	84,072		84,072	105
	<b>Chlazení</b>						
	<b>Větrání</b>						
			x				
			x				
	<b>Úprava vlhkosti vzduchu</b>						
	<b>Příprava teplé vody</b>						
	34	27,049	18,064	27,049		27,049	34
	28	22,442	18,064	22,442		22,442	28
	<b>Osvětlení</b>						
	6	4,469	x	4,469		4,469	6
	14	11,189	x	11,189		11,189	14

**c) výroba energie umístěná v budově, na budově nebo na pomocných objektech**

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnov. primární energie	Celková primární energie	Neobnov. primární energie
jednotky		[MWh/rok]	[-]	[-]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
Kogenerační jednotka EP <sub>CHP</sub> - teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP <sub>CHP</sub> - elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP <sub>PV</sub> - elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q <sub>H,sc,sys</sub> - teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

**d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů**

Ergonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[MWh/rok]	[-]	[-]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
elektřina ze sítě	76,660	3,2	3,0	245,312	229,980
hnědé uhlí	41,043	1,1	1,1	45,147	45,147
<b>Celkem</b>	<b>117,703</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>290,459</b>	<b>275,127</b>

**e) požadavek na celkovou dodanou energii**

(6)	Referenční budova	[MWh/rok]	133,880	Splněno (ano/ne)	ano
(7)	Hodnocená budova		117,703		
(8)	Referenční budova	[kWh/m <sup>2</sup> .rok]	168		
(9)	Hodnocená budova		147		

**f) požadavek na neobnovitelnou primární energii**

(10)	Referenční budova	[MWh/rok]	151,086	Splněno (ano/ne)	ne
(11)	Hodnocená budova		275,127		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m <sup>2</sup> )	[kWh/m <sup>2</sup> .rok]	189		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m <sup>2</sup> )		345		

**g) primární energie hodnocené budovy**

(14)	Celková primární energie	[MWh/rok]	290,459
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14 - ř.11)	[MWh/rok]	15,332
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	5,3

**h) hodnoty pro vytvoření hranic klasifikačních tříd**

Horní hranici třídy C odpovídají	Celková dodaná energie	[MWh/rok]	118,386
	Neobnovitelná primární energie	[MWh/rok]	138,715
	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	[W/m <sup>2</sup> .K]	0,36
	Dílní dodané energie: vytápění	[MWh/rok]	86,868
	chlazení	[MWh/rok]	
	větrání	[MWh/rok]	
	úprava vlhkosti vzduchu	[MWh/rok]	
	příprava teplé vody	[MWh/rok]	27,049
	osvětlení	[MWh/rok]	4,469
Tabulka h) obsahuje hodnoty, které se použijí pro vytvoření hranic klasifikačních tříd podle přílohy č. 2.			



## Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov

Alternativní systémy	Posouzení proveditelnosti			
	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energií	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost				
Ekonomická proveditelnost				
Ekologická proveditelnost				
<b>Doporučení k realizaci a zdůvodnění</b>				
<b>Datum vypracování analýzy</b>				
<b>Zpracovatel analýzy</b>				
<b>Energetický posudek</b>	Povinnost vypracovat energetický posudek			
	Energetický posudek je součástí analýzy			
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			

## Doporučená technicky a ekonomicky vhodná opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaný průměrný součinitel prostupu tepla	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná neobnovitelná primární energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
<i>Stavební prvky a konstrukce budovy:</i>					
		x	x		
<i>Technické systémy budovy:</i>					
vytápění:	x		x		
chlazení:	x		x		
větrání:	x		x		
úprava vlhkosti vzduchu:	x		x		
příprava teplé vody:	x		x		
osvětlení:	x		x		
<i>Obsluha a provoz systémů budovy:</i>					
	x	x	x		
<i>Ostatní - uveďte jaké:</i>					
	x	x	x		
<b>Celkem</b>	<b>x</b>				

Opatření	Posouzení vhodnosti opatření			
	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké:
Technická vhodnost				
Funkční vhodnost				
Ekonomická vhodnost				
<b>Doporučení k realizaci a zdůvodnění</b>				
<b>Datum vypracování doporučených opatření</b>				
<b>Zpracovatel analýzy</b>				
<b>Energetický posudek</b>	Energetický posudek je součástí analýzy			
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			

**Závěrečné hodnocení energetického specialisty**

<b>Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie</b>	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
<b>Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy</b>	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	Ne
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	Ne
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	
• Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	C
<b>Budova užívaná orgánem veřejné moci</b>	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
<b>Prodej nebo pronájem budovy nebo její části</b>	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
<b>Jiný účel zpracování průkazu</b>	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	

**Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz**

Jméno a příjmení	Bc. Lukáš Opplt
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

**Datum vypracování průkazu**

Datum vypracování průkazu	11.3.2016
---------------------------	-----------

# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: Husova 403 a 404

PSČ, místo: 259 01 Votice

Typ budovy: Bytový dom

Plocha obálky budovy: 1455,0 m<sup>2</sup>

Objemový faktor tvaru A/V: 0,61 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

Energeticky vztažná plocha: 798,4 m<sup>2</sup>

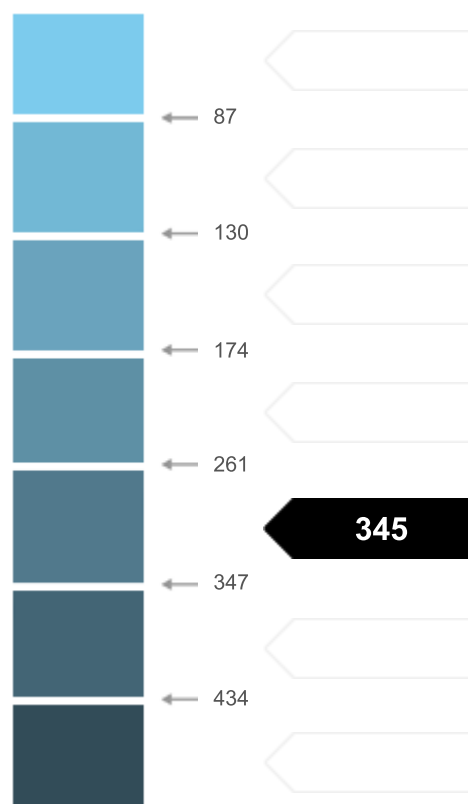


## ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

**Celková dodaná energie**  
(Energie na vstupu do budovy)

**Neobnovitelná primární energie**  
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m<sup>2</sup>·rok)



Hodnoty pro celou budovu  
MWh/rok

117,703

275,127

## DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

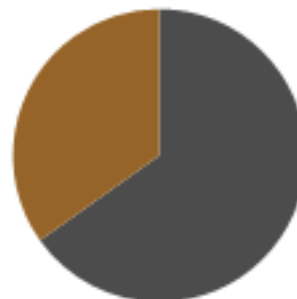
Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	
Okna a dveře:	
Střechu:	
Podlahu:	
Vytápění:	
Chlazení/klimatizaci:	
Větrání:	
Přípravu teplé vody:	
Osvětlení:	
Jiné:	

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na enegetickou náročnost je znázorněno šipkou

Doporučení

## PODÍL ENERGOŠETELŮ NA DODANÉ ENERGI

Hodnoty pro celou budovu  
MWh/rok



Elektrina ze sítě: 76,7  
Uhlí: 41

## UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	$U_{em}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	Dílčí dodané energie			Měrné hodnoty	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	
Mimořádně úsporná	A						
	B						
	C						
	D	105				28	
	E	0,49					
	F						
Mimořádně neúsporná	G						14
<b>Hodnoty pro celou budovu</b> MWh/rok		84,07				22,44	11,19

Zpracovatel: Bc. LukE Opplt

Kontakt:

Osvědčení č.:

Vyhotoveno dne: 11.3.2016

Podpis:

**PŘÍLOHA XXII.**  
**DETAIL PLÁŠTĚ Z KERAMZITBETONOVÉHO BOLETICKÉHO PANELU**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

**PŘÍLOHA XXIII.**  
**DETAIL STYKU PŘEDSAZENÉHO KERAMZITBETONOVÉHO BOLETICKÉHO**  
**PANELU S NOSNÝM SLOUPEM**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

- A. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU
- B. DETAIL NAVRHOVANÉHO STAVU



**PŘÍLOHA XXIV.**  
**DETAIL STYKU ČÁSTEČNĚ PŘEDSAZENÉHO KERAMZITBETONOVÉHO**  
**BOLETICKÉHO PANELU S NOSNÝM SLOUPEM**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

- A. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU
- B. DETAIL NAVRHOVANÉHO STAVU

**PŘÍLOHA XXV.**  
**DETAILSKLADBY PLÁŠTĚ Z CIHEL CDm, TLOUŠŤKA ZDIVA 240 mm**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

**PŘÍLOHA XXVI.**  
**DETAIL STYKU ZDĚNÉHO PLÁŠTĚ S NOSNÝM SLOUPEM**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

- A. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU
- B. DETAIL NAVRHOVANÉHO STAVU

**PŘÍLOHA XXVII.**  
**DETAIL STYKU STROPNÍHO A OBVODOVÉHO KERAMZITBETONOVÉHO**  
**PANELU**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

- A. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU
- B. DETAIL NAVRHOVANÉHO STAVU

**PŘÍLOHA XXVIII.**  
**DETAIL STYKU STROPNÍHO PANELU A ZDĚNÉHO PLÁŠTĚ**  
**UMÍSTĚNA V DESKÁCH**

Obsahuje:

- A. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU
- B. DETAIL NAVRHOVANÉHO STAVU

## 4 Seznam obrázku:

Obrázek 1: Tepelné ztráty panelového domu .....	13
Obrázek 2: Průběh teplot ve stávající konstrukci stěny .....	18
Obrázek 3: Rozložení tlaků vodní páry ve stávající konstrukci stěny .....	19
Obrázek 4: Rozložení teplot ve stávající konstrukci stěny zateplené pěnovým polystyrenem z interiéru .....	20
Obrázek 5: Rozložení tlaků vodní páry ve stávající konstrukci stěny zateplení pěnovým polystyrenem z interiéru.....	21
Obrázek 6: Obrázek zkondenzované a vypařené vodní páry obvodové stěny zateplené pomocí EPS .	21
Obrázek 7: Rozložení teplot ve stávající konstrukci stěny zateplené minerální vatou z interiéru .....	22
Obrázek 8: Rozložení tlaků vodní páry stávající obvodové stěny zateplené pomocí minerální vaty bez použití parotěsné fólie .....	23
Obrázek 9: Obrázek zkondenzované a vypařené vodní páry obvodové stěny zateplené pomocí minerální vaty bez použití parotěsné fólie .....	24
Obrázek 10: Rozložení tlaků vodní páry stávající obvodové stěny zateplené pomocí minerální vaty s použitím parotěsné fólie .....	25
Obrázek 11: Průběh teplot v detailu věnce bez použití izolantu.....	26
Obrázek 12: Průběh teplot v detailu věnce s použitím izolantu z interiéru .....	26
Obrázek 13: Roční úhrn srážek v ČR .....	27
Obrázek 14: Rozložení teplot ve stávající konstrukci stěny kontaktně zateplené pěnovým polystyrenem z exteriéru .....	29
Obrázek 15: Rozložení tlaků vodní páry stávající obvodové stěny zateplené kontaktně pomocí fasádního pěnového polystyrenu.....	30
Obrázek 16: Rozložení teplot ve stávající konstrukci stěny kontaktně zateplené minerální vatou z exteriéru.....	31
Obrázek 17: Rozložení tlaků vodní páry stávající obvodové stěny zateplené kontaktně pomocí minerální vaty.....	32
Obrázek 18: Průběh teplot v detailu věnce bez použití izolantu.....	33
Obrázek 19: Průběh teplot v detailu věnce zatepleného kontaktním vnějším izolantem .....	33
Obrázek 20: Průběh teplot v konstrukci obvodové stěny dle způsobu umístění tepelné izolace .....	35
Obrázek 21: Odvětrávaná fasáda .....	36
Obrázek 22: Kontaktní zateplovací systém .....	37
Obrázek 23: Termografický snímek zatepleného obvodového pláště .....	38
Obrázek 24: Prokreslení kotvících hmoždinek .....	39
Obrázek 25: Teplotní namáhání izolačních desek .....	39
Obrázek 26: Prokreslení tepelně izolačních desek .....	40
Obrázek 27: Obrázek správného umístění výztuže v místě otvoru a znárodnění prasklin při jejich absenci.....	40
Obrázek 28: Rozložení teplot ve stávající konstrukci stěny zateplené tepelně-izolační omítkou.....	43
Obrázek 29: Rozložení tlaků vodní páry stávající obvodové stěny zateplené pomocí tepelně-izolační omítky.....	43
Obrázek 30: Skladba kontaktního zateplení pomocí EPS [31].....	44
Obrázek 31: Skladba kontaktního zateplení pomocí minerální vaty [31] .....	45
Obrázek 32: Rozložení teplot v navržené skladbě obvodové stěny .....	50

Obrázek 33: Rozložení tlaků vodní páry v navrhované skladbě obvodové stěny .....	51
Obrázek 34: Průběh teplot ve stávající obvodové stěně v místě koupelny .....	52
Obrázek 35: Rozložení tlaků vodní páry ve stávající obvodové stěně v místě koupelny .....	53
Obrázek 36: Průběh teplot v navrhované skladbě obvodové stěně v místě koupelny .....	54
Obrázek 37: Rozložení tlaků vodní páry v navrhované skladbě obvodové stěně v místě koupelny .....	54
Obrázek 38: Rozložení teplot ve výklenku stávající nezateplené obvodové stěny .....	56
Obrázek 39: Rozložení tlaků vodní páry v místě výklenků stávající konstrukce .....	56
Obrázek 40: Obrázek vypočtených povrchových teplot v místě výklenků stávající konstrukce .....	57
Obrázek 41: Rozložení teplot ve výklenku stávající obvodové stěny zateplené minerální vatou .....	58
Obrázek 42: Rozložení tlaků vodní páry v místě výklenků obvodové konstrukce zateplené minerální vatou .....	58
Obrázek 43: Obrázek vypočtených povrchových teplot v místě výklenků stávající konstrukce zateplené minerální vatou .....	59
Obrázek 44: Rozložení teplot v místě stávajícího nezatepleného železobetonového překladu .....	61
Obrázek 45: Rozložení tlaků vodní páry v místě překladu stávající konstrukce .....	61
Obrázek 46: Obrázek vypočtených povrchových teplot v místě překladu stávající konstrukce .....	62
Obrázek 47: Rozložení teplot v místě stávajícího zatepleného železobetonového věnce .....	63
Obrázek 48: Rozložení tlaků vodní páry v místě překladu obvodové konstrukce zateplené minerální vatou .....	63
Obrázek 49: Obrázek vypočtených povrchových teplot v místě překladu stávající konstrukce zateplené minerální vatou .....	64
Obrázek 50: Obrázek průběhu teplot ve stávajícím detailu nadpraží okna .....	65
Obrázek 51: Průběh teplot v navrhovaném detailu nadpraží okna .....	65
Obrázek 52: Obrázek průběhu teplot ve stávajícím nároží objektu .....	66
Obrázek 53: Obrázek průběhu teplot ve stávajícím nároží objektu zatepleného minerální vatou tloušťky 200 mm .....	66
Obrázek 54: Obrázek průběhu teplot ve stávajícím detailu železobetonové konzoly balkonu .....	68
Obrázek 55: Obrázek průběhu teplot v navrhované variantě celoplošného zateplení železobetonové konzoly balkonu .....	68
Obrázek 56: Obrázek průběhu teplot v druhé variantě zateplení pouze ze spodní části železobetonové konzoly balkonu .....	69
Obrázek 57: Volná pokládka rolí minerální vaty .....	71
Obrázek 58: Rozložení teplot ve stávající skladbě stropní konstrukce .....	72
Obrázek 59: Rozložení tlaků vodní páry stávající stropní konstrukce .....	73
Obrázek 60: Rozložení teplot ve stávající skladbě stropní konstrukce zateplené minerální vatou .....	74
Obrázek 61: Rozložení tlaků vodní páry stávající stropní konstrukce zateplené minerální vatou .....	74
Obrázek 62: Průběh teplot v detailu stropní konstrukce zateplené minerální vatou přerušovanou konstrukcí lávky .....	75
Obrázek 63: Rozložení teplot ve stávající stropní konstrukci zateplené pomocí podlahového polystyrenu .....	76
Obrázek 64: Rozložení tlaků vodní páry stávající stropní konstrukce zateplené podlahovým polystyrenem .....	76
Obrázek 65: Systém zateplení půdy Isover STEPcross .....	77
Obrázek 66: Zateplení stropní konstrukce foukanou izolací do bednění [20] .....	78

Obrázek 67: Umístění tepelné izolace v konstrukci střechy mezi a pod krokvemi dle řešení ROCKWOOL [21] .....	81
Obrázek 68: Umístění tepelné izolace v konstrukci střechy nad krokvemi dle řešení ROCKWOOL [21] .....	84
Obrázek 69: Průběh teplot v detailu stávajícího stavu římsy .....	88
Obrázek 70: Průběh teplot v detailu římsy s ubouranou konzolou.....	88
Obrázek 71: Průběh teplot v detailu římsy s konzolou .....	89
Obrázek 72: Průběh teplot stávající konstrukce stropu 1.PP .....	93
Obrázek 73: Rozložení tlaků vodní páry stávající konstrukce stropu 1.PP .....	93
Obrázek 74: Průběh teplot stávající suterénní stěny .....	97
Obrázek 75: Rozložení tlaků a vodní páry stávající suterénní stěny .....	97
Obrázek 76: Obrázek zkondenzované a vypařené vodní páry stávající suterénní stěny .....	98
Obrázek 77: Průběh teplot ve stávající konstrukci stěny oddělující interiéru bytů od schodišťového prostoru.....	100
Obrázek 78: Rozložení tlaků a vodní páry ve stávající konstrukci stěny oddělující interiéru bytů od schodišťového prostoru .....	100
Obrázek 79: Průběh teplot stropní konstrukce 1.PP zateplené minerální vatou.....	103
Obrázek 80: Rozložení tlaků vodní páry stropní konstrukce 1.PP zateplené minerální vatou.....	103
Obrázek 81: Průběh teplot v konstrukci suterénní stěny zateplené pěnovým polystyrenem.....	104
Obrázek 82: Rozložení tlaků vodní páry v konstrukci suterénní stěny zateplené pěnovým polystyrenem.....	105
Obrázek 83: Průběh teplot ve stávajícím stavu suterénní stěny.....	106
Obrázek 84: Průběh teplot v navrhovaném stavu suterénní stěny.....	106
Obrázek 85: Energetický štítek oken .....	110
Obrázek 86: Obrázek energetické třídy oken dle výrobcem deklarovaných součinitelů prostupu tepla .....	110
Obrázek 87: Řez oknem VEKRA Premium EVO.....	115
Obrázek 88: Obrázek zobrazující netěsnost rámu a křidel okna .....	117
Obrázek 89: Zobrazení minimální vzdálenosti okna od líce zdiva .....	118
Obrázek 90: Upevňovací prvky společnosti SFS Intec s.r.o. dle vzdálenosti předsazení okna [29] ....	119
Obrázek 91: Obrázek průběhu teplot v místě obvodového pláště z keramzitbetonového panelu - stávající stav .....	123
Obrázek 92: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě obvodového pláště z keramzitbetonového panelu - stávající stav .....	124
Obrázek 93: Obrázek průběhu teplot v místě zatepleného obvodového pláště z keramzitbetonového panelu - navrhovaný stav .....	126
Obrázek 94: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě zatepleného obvodového pláště z keramzitbetonového panelu - navrhovaný stav.....	127
Obrázek 95: Obrázek průběhu teplot v místě nosného sloupu a předsazené keramzitbetonového panelu - stávající stav .....	128
Obrázek 96: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě nosného sloupu a předsazené keramzitbetonového panelu - stávající stav.....	129
Obrázek 97: Obrázek pole teplot v místě nosného sloupu a předsazené keramzitbetonového panelu - stávající stav .....	129



Obrázek 98: Obrázek průběhu teplot v místě nosného sloupu a předsazené keramzitbetonového panelu - navrhovaný stav .....	131
Obrázek 99: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě nosného sloupu a předsazené keramzitbetonového panelu - navrhovaný stav.....	131
Obrázek 100: Obrázek pole teplot v místě nosného sloupu a předsazené keramzitbetonového panelu - navrhovaný stav .....	132
Obrázek 101: Obrázek průběhu teplot v místě nosného sloupu a částečně předsazené keramzitbetonového panelu - stávající stav.....	133
Obrázek 102: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě nosného sloupu a částečně předsazené keramzitbetonového panelu - stávající stav.....	134
Obrázek 103: Obrázek pole teplot v místě nosného sloupu a částečně předsazené keramzitbetonového panelu - stávající stav.....	134
Obrázek 104: Obrázek průběhu teplot v místě nosného sloupu a částečně předsazené keramzitbetonového panelu - navrhovaný stav.....	136
Obrázek 105: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě nosného sloupu a částečně předsazené keramzitbetonového panelu - navrhovaný stav.....	136
Obrázek 106: Obrázek pole teplot v místě nosného sloupu a částečně předsazené keramzitbetonového panelu - navrhovaný stav.....	137
Obrázek 107: Obrázek průběhu teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 240 mm - stávající stav .....	138
Obrázek 108: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 240 mm - stávající stav .....	139
Obrázek 109: Obrázek povrchových teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 240 mm - stávající stav .....	139
Obrázek 110: Obrázek pole teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 240 mm a nosného sloupu - stávající stav.....	140
Obrázek 111: Obrázek průběhu teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 240 mm - navrhovaný stav .....	142
Obrázek 112: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 240 mm - navrhovaný stav.....	142
Obrázek 113: Obrázek povrchových teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 240 mm - navrhovaný stav .....	143
Obrázek 114: Obrázek pole teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 240 mm a nosného sloupu - navrhovaný stav.....	144
Obrázek 115: Obrázek průběhu teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 300 mm - stávající stav .....	144
Obrázek 116: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 300 mm - stávající stav .....	145
Obrázek 117: Obrázek povrchových teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 300 mm - stávající stav .....	146
Obrázek 118: Obrázek pole teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 300 mm a nosného sloupu - stávající stav.....	146
Obrázek 119: Obrázek průběhu teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 300 mm - navrhovaný stav .....	148

Obrázek 120: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 300 mm - navrhovaný stav.....	148
Obrázek 121: Obrázek pole teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 300 mm a nosného sloupu - navrhovaný stav.....	149
Obrázek 122: Obrázek průběhu teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 375 mm - stávající stav .....	150
Obrázek 123: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 375 mm - stávající stav .....	150
Obrázek 124: Obrázek pole teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 375 mm a nosného sloupu - stávající stav.....	151
Obrázek 125: Obrázek průběhu teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 375 mm - navrhovaný stav .....	152
Obrázek 126: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 375 mm - navrhovaný stav.....	153
Obrázek 127: Obrázek pole teplot v místě obvodového pláště z cihel CDm, tloušťka zdiva 375 mm a nosného sloupu - navrhovaný stav.....	154
Obrázek 128: Obrázek průběhu teplot v místě nosného železobetonového sloupu - stávající stav ..	154
Obrázek 129: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě nosného železobetonového sloupu - stávající stav .....	155
Obrázek 130: Obrázek povrchových teplot v místě nosného železobetonového sloupu - stávající stav .....	156
Obrázek 131: Obrázek průběhu teplot v místě nosného železobetonového sloupu - navrhovaný stav .....	157
Obrázek 132: Obrázek rozložení tlaků vodní páry v místě nosného železobetonového sloupu - navrhovaný stav .....	158
Obrázek 133: Obrázek povrchových teplot v místě nosného železobetonového sloupu - navrhovaný stav .....	158
Obrázek 134: Obrázek pole teplot detailu styku obvodového keramzitbetonového panelu se stropním panelem - stávající stav .....	160
Obrázek 135: Obrázek pole teplot detailu styku obvodového keramzitbetonového panelu se stropním panelem - navrhovaný stav .....	161
Obrázek 136: Obrázek pole teplot detailu styku obvodového pláště z cihel CDm se stropním panelem - stávající stav .....	162
Obrázek 137: Obrázek pole teplot detailu styku obvodového pláště z cihel CDm se stropním panelem - navrhovaný stav .....	163

## 5 Seznam tabulek:

Tabulka 1: Rozložení ztrát v různých částech obvodové konstrukce v různých typech domů [8] .....	13
Tabulka 2: Tabulka vybraných vlastností vzduchu .....	15
Tabulka 3: Výhody a nevýhody fasádních systémů [12] .....	41
Tabulka 4: Tabulka materiálů kontaktního zateplení EPS deskami .....	44
Tabulka 5: Tabulka cen skladby kontaktního zateplení EPS deskami dle tloušťky izolantu .....	45
Tabulka 7: Tabulka cen skladby kontaktního zateplení minerální vatou dle tloušťky izolantu.....	46
Tabulka 8: Charakteristika tepelných izolací .....	46
Tabulka 9: Tabulka součinitele prostupu tepla obvodové stěny.....	47
Tabulka 10: Tabulka součinitelů prostupu tepla obvodové stěny dle ČSN EN 73 0540.....	49
Tabulka 11: Tabulka srovnání zdících prvků v obvodové stěně .....	60
Tabulka 12: Tabulka srovnání součinitelů prostupu tepla v místě překladu.....	64
Tabulka 13: Charakteristika tepelných izolací posuzované ve skladbě stropní konstrukce.....	79
Tabulka 14: Součinitelé prostupu tepla ve skladbě stropní konstrukce dle tloušťky tepelného izolantu .....	80
Tabulka 15: Charakteristika vlastností tepelných izolací posuzované ve skladbě střešní konstrukce ..	82
Tabulka 16: Součinitelé prostupu tepla ve skladbě střešní konstrukce dle tloušťky tepelného izolantu .....	82
Tabulka 17: Charakteristika vlastností tepelných izolací umístěné nad krokvi posuzované ve skladbě střešní konstrukce .....	85
Tabulka 18: Součinitelé prostupu tepla ve skladbě střešní konstrukce dle tloušťky tepelného izolantu umístěné nad krokvi.....	85
Tabulka 19: Součinitelé prostupu tepla systém Isover STEPCross dle tloušťky tepelné izolace.....	86
Tabulka 20: Tabulka součinitelů prostupu tepla stopní konstrukce pod nevytápěnou půdou dle ČSN EN 73 0540 .....	86
Tabulka 21: Tabulka porovnání součinitelů prostupu tepla s měnicí se roztečí krokví v tloušťce tepelné izolace 150 mm.....	90
Tabulka 22: Tabulka porovnání součinitelů prostupu tepla s měnicí se roztečí krokví v navržené skladbě, tloušťka tepelné izolace 240 mm .....	90
Tabulka 23: Tabulka vlastností tepelných izolantů posuzované ve skladbě stropu 1.PP.....	94
Tabulka 24: Tabulka součinitelů prostupu tepla pro stropní konstrukci 1.PP.....	95
Tabulka 25: Tabulka vlastností tepelných izolací posuzované ve skladbě suterénní stěny .....	99
Tabulka 26: Tabulka součinitelů prostupu tepla suterénní stěny dle tloušťky tepelného izolantu .....	99
Tabulka 27: Tabulka vlastností tepelných izolací posuzované ve skladbě stěny oddělující bytový a schodišťový prostor .....	101
Tabulka 28: Tabulka součinitelů prostupu tepla suterénní stěny dle tloušťky tepelného izolantu .....	101
Tabulka 29: Tabulka součinitelů prostupu tepla pro vnitřní stopní konstrukce z vytápěného k nevytápěnému prostoru dle ČSN EN 73 0540 .....	102
Tabulka 30: Tabulka součinitelů prostupu tepla stěny k nevytápěné půdě dle ČSN EN 73 0540.....	104
Tabulka 31: Tabulka součinitelů prostupu tepla vnitřní stěny z vytápěného k nevytápěnému prostoru dle ČSN EN 73 0540 .....	107
Tabulka 32: Tabulka přehledu součinitelů prostupu tepla před a po navržených stavebních úpravách .....	120
Tabulka 33: Tabulka vlastností vybraných tepelných izolací.....	125

Tabulka 34: Tabulka součinitelů prostupu tepla v závislosti na typu tepelné izolace a její tloušťce ..	125
Tabulka 35: Tabulka požadovaných součinitelů prostupu tepla dle ČSN 73 0540.....	126
Tabulka 36: Tabulka součinitelů prostupu tepla v závislosti na typu tepelné izolace a její tloušťce ..	130
Tabulka 37: Tabulka součinitelů prostupu tepla v závislosti na typu tepelné izolace a její tloušťce ..	135
Tabulka 38: Tabulka součinitelů prostupu tepla v závislosti na typu tepelné izolace a její tloušťce ..	141
Tabulka 39: Tabulka součinitelů prostupu tepla v závislosti na typu tepelné izolace a její tloušťce ..	147
Tabulka 40: Tabulka součinitelů prostupu tepla v závislosti na typu tepelné izolace a její tloušťce ..	152
Tabulka 41: Tabulka součinitelů prostupu tepla v závislosti na typu tepelné izolace a její tloušťce ..	157

## 6 Seznam příloh:

- I. PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE SKUTEČNÉHO PROVEDENÍ PROJEKTU
  - A. PŮDORYS 1.PP. – STÁVAJÍCÍ STAV
  - B. PŮDORYS 3.NP. – STÁVAJÍCÍ STAV
  - C. PŮDORYS KROVU – STÁVAJÍCÍ STAV
  - D. PŮDORYS STŘECHY – STÁVAJÍCÍ STAV
  - E. ŘEZ A-A STÁVAJÍCÍ STAV
  - F. POHLED OD SEVERU – STÁVAJÍCÍ STAV
  - G. POHLED OD JIHU – STÁVAJÍCÍ STAV
  - H. POHLEDU OD VÝCHODU A ZÁPADU – STÁVAJÍCÍ STAV
- II. PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY – STÁVAJÍCÍ STAV
- III. DETAIL VĚNCE
  - A. STÁVAJÍCÍ STAV
  - B. ZATEPLENÝ Z INTERIÉRU
  - C. ZATEPLENÝ Z EXTERIÉRU
  - D. ZATEPLENÝ PROVĚTRÁVANOU FASÁDOU
  - E. ZATEPLENÝ TERMOIZOLAČNÍ OMÍTKOU
- IV. POŽADOVANÉ A DOPORUČENÉ HODNOTY SOUČINITELŮ PROSTUPŮ TEPLA DLE ČSN 73 0540
- V. BODOVÝ POSTUP PROVÁDĚNÍ KONTAKTNÍHO ZATEPLOVACÍHO SYSTÉMU
- VI. DETAIL NAVRŽENÉ SKLADBY OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ
- VII. OKENNÍ OTVORY
  - C. DETAIL NADPRAŽÍ OKNA S OCELOVÝM RÁMEM
  - D. DETAIL NADPRAŽÍ PLASTOVÉHO OKNA
- VIII. DETAIL NÁROŽÍ
  - C. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU
  - D. DETAIL NAVRHOVANÉHO STAVU
- IX. DETAIL ŽELEZOBETONOVÉ KONZOLY BALKONU
  - D. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU
  - E. DETAIL NAVRHOVANÉHO STAVU – VARIANTA I.
  - F. DETAIL NAVRHOVANÉHO STAVU – VARIANTA II.
- X. DETAIL ZATEPLENÍ VOLNÝM POLOŽENÍM IZOLANTU NA PODLAHOVOU KCI
  - C. DETAIL SKLADBY STROPNÍ KONSTRUKCE ZATEPLENÉ MINERÁLNÍ VATOU + SCHÉMA KONSTRUKCE LÁVKY
  - D. DETAIL SKLADBY STROPNÍ KONSTRUKCE ZATEPLENÉ PĚNOVÝM PODLAHOVÝM POLYSTYRENEM
- XI. DETAIL ZATEPLENÍ STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ
  - A. DETAIL MEZI A PODKROKEVNÍHO ZATEPLENÍ STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ
  - B. DETAIL NADKROKEVNÍHO ZATEPLENÍ STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ
- XII. DETAIL ŘÍMSY
  - A. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU ŘÍMSY
  - B. DETAIL ZATEPLENÍ ŘÍMSY – VARIANTA I.

- C. DETAIL ZATEPLENÍ RÍMSY – VARIANTA II.
- XIII. DETAIL U KOMÍNOVÉHO TĚLESA
  - A. DETAIL ZATEPLENÍ KOMÍNOVÉHO TĚLESA
  - B. DETAIL ZAKONČENÍ TEPELNÉ IZOLACE A LÁVKY U KOMÍNOVÉHO TĚLESA
- XIV. NÁVRH UMÍSTĚNÍ VSTUPNÍCH DVEŘÍ DO SKLEPNÍCH PROSTRŮ
- XV. NÁVRHY ŘEŠENÍ PODHLEDU VŮČI VEDENÍ VODOVOD. A ODPADNÍHO POTRUBÍ
  - A. VARIANTA I.
  - B. VARIANTA II.
  - C. VARIANTA III.
- XVI. DETAIL ZATEPLENÍ STROPNÍ KONSTRUKCE 1.PP.
  - A. DETAIL NÁVRHU ZATEPLENÍ STROPNÍ KCE. 1.PP. POMOCÍ CHYTRÉ PĚNY
  - B. DETAIL NÁVRHU ZATEPLENÍ STROPNÍ KCE. 1.PP. POMOCÍ MINERÁLNÍ VATY
- XVII. DETAIL SUTERÉNNÍ STĚNY
  - A. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU
  - B. DETAIL NÁVRHU ZATEPLENÍ SUTERÉNNÍ STĚNY – VARIANTA I.
  - C. DETAIL NÁVRHU ZATEPLENÍ SUTERÉNNÍ STĚNY – VARINATA II.
- XVIII. NÁKRES ULOŽENÍ TEPELNÉ IZOLACE PRO ZATEPLENÍ SOKLU
- XIX. OBRÁZKY ZASKLENÍ A ŘEZŮ OKENNÍM RÁMEM
- XX. DETAIL PŘEDSAZENÍ OKNA V OKENNÍM OTVORU
- XXI. PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI NAVRHOVANÉHO STAVU OBJEKTU
- XXII. DETAIL PLÁŠTĚ Z KERAMZITBETONOVÉHO BOLETICKÉHO PANELU
- XXIII. DETAIL STYKU PŘEDSAZENÉHO KERAMZITBETONOVÉHO BOLETICKÉHO PANELU S NOSNÝM SLOUPEM
  - C. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU
  - D. DETAIL NAVRHOVANÉHO STAVU
- XXIV. DETAIL STYKU ČÁSTEČNĚ PŘEDSAZENÉHO KERAMZITBETONOVÉHO BOLETICKÉHO PANELU S NOSNÝM SLOUPEM
  - A. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU
  - B. DETAIL NAVRHOVANÉHO STAVU
- XXV. DETAIL SKLADBY PLÁŠTĚ Z CIHEL CDm, TLOUŠŤKA ZDIVA 240 mm
- XXVI. DETAIL STYKU ZDĚNÉHO PLÁŠTĚ S NOSNÝM SLOUPEM
  - A. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU
  - B. DETAIL NAVRHOVANÉHO STAVU
- XXVII. DETAIL STYKU STROPNÍHO A OBVODOVÉHO KERAMZITBETONOVÉHO PANELU
  - A. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU
  - B. DETAIL NAVRHOVANÉHO STAVU
- XXVIII. DETAIL STYKU STROPNÍHO PANELU A ZDĚNÉHO PLÁŠTĚ
  - A. DETAIL STÁVAJÍCÍHO STAVU

B. DETAIL NAVRHOVANÉHO STAVU

## 7 Citovaná literatura

- [1] J. Veselý, „tzb-info,“ 6 Listopad 2010. [Online]. Available: <http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/315-soucinitel-prostupu-tepla>. [Přístup získán 12 Říjen 2015].
- [2] V. Č. B. Ing. Roman Šubrt, „tzb-info,“ 4 Duben 2012. [Online]. Available: <http://www.tzb-info.cz/2526-tepelne-mosty-ve-stavebnich-konstrukcich>. [Přístup získán 8 Lisotapad 2015].
- [3] D. Novák, „Wikipedie,“ 13 Duben 2013. [Online]. Available: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Vlhkost\\_vzduchu](https://cs.wikipedia.org/wiki/Vlhkost_vzduchu). [Přístup získán 19 Listopad 2015].
- [4] J. Veselý, „tzb-info,“ 8 Listopad 2010. [Online]. Available: <http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/312-tepelny-odpor-r>. [Přístup získán 18 Lisropad 2015].
- [5] D. Veselý, „tzb-info,“ 4 Listopad 2010. [Online]. Available: <http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/311-soucinitel-tepelne-vodivosti>. [Přístup získán 16 Listopad 2015].
- [6] J. Tomášek, „iReceptář,“ 9 Listopad 2015. [Online]. Available: <http://www.ireceptar.cz/domov-a-bydleni/stavba-a-rekonstrukce/vybirame-tepelnou-izolaci-pro-fasadu-starsiho-domu/>. [Přístup získán 10 Prosinec 2015].
- [7] C. p. I. K. K. C. prof. Ing. Miroslav Jícha, „tzb-info,“ 4 Červenec 2011. [Online]. Available: <http://vetrani.tzb-info.cz/uspory-energie-vetrani-klimatizace/7621-bude-ceska-republika-schopna-naplnit-vyzvu-20-20-20-k-usporam-energie-v-budovach-do-roku-2020>. [Přístup získán 4 Prosinec 2015].
- [8] M. Z. Mlčoch, „Revitalizace objektů GRIFMONT CZ,“ 22 Květen 2012. [Online]. Available: <http://www.grifmont.cz/fasady-zatepleni-obvodoveho-plaste.html>. [Přístup získán 4 Prosinec 2015].
- [9] I. R. Šubrt, „tzb-info,“ 15 Květen 2006. [Online]. Available: <http://www.tzb-info.cz/3285-vodni-para-a-jeji-kondenzace-v-konstrukcich>. [Přístup získán 10 Únor 2016].
- [10] I. M. Perlík, „Perlík projekce,“ 17 Prosinec 2014. [Online]. Available: <http://www.perlikprojekce.cz/2014/12/vnitri-zatepleni-obvodovych-sten/>. [Přístup získán 4 Prosinec 2015].
- [11] I. J. Šála, „tzb-info,“ 4 Květen 2001. [Online]. Available: <http://www.tzb-info.cz/540-o-vnitrim-zatepleni>. [Přístup získán 8 Listopad 2015].
- [12] V. f. stavební, „FAST Pozemní stavitelství IV.,“ 24 Říjen 2009. [Online]. Available: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/13.html>. [Přístup získán 25 Listopad 2015].
- [13] I. P. Hanzlík, „KONSTRUKCE odborný časopis pro stavebnictví a strojírenství,“ 2 Zář 2010. [Online]. Available: <http://www.konstrukce.cz/clanek/provetravane-fasady-chyby-pri-realizaci/>.



- [Přístup získán 14 Prosinec 2015].
- [14] AZ, „Izolace-info,“ 3 Květen 2011. [Online]. Available: <http://www.isolace-info.cz/aktuality/?nid=7249#.Vt6NCfnhCM->. [Přístup získán 7 Prosinec 2015].
- [15] AJTatherm, „AJTatherm,“ 12 Červen 2011. [Online]. Available: <http://www.ajtatherm.cz/proczatepleni.htm>. [Přístup získán 7 Prosinec 2015].
- [16] J. Loukotka, „Stavebnictví 3000,“ 23 Únor 2006. [Online]. Available: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/vady-a-poruchy-etics/>. [Přístup získán 14 Prosinec 2015].
- [17] P. stav, „Pek stav,“ 14 Duben 2007. [Online]. Available: <http://www.pekstav.cz/chyby-pri-zateplovani-kttere-nici-fasadu/>. [Přístup získán 15 Prosinec 2015].
- [18] J. Záhorovský, „Záhorovský rekonstrukce na klíč,“ 24 Říjen 2013. [Online]. Available: <http://www.zahorovsky.cz/ceny/cena-zatepleni-fasady/jaky-je-rozdil-mezí-akrylatovou>. [Přístup získán 12 Prosinec 2015].
- [19] Isover, „Isover.cz,“ 29 Duben 2013. [Online]. Available: <http://www.isover.cz/system-isover-stepcross>. [Přístup získán 13 Prosinec 2015].
- [20] Magmarelax, „Maggarelax.cz,“ 15 Květen 2013. [Online]. Available: <http://www.maggarelax.cz/o-foukane-mineralni-izolaci>. [Přístup získán 22 Prosinec 2015].
- [21] R. a.s., „www.rockwool.cz,“ 27 Listopad 2013. [Online]. Available: <http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/strechy/sikma-strecha>. [Přístup získán 22 Prosinec 2015].
- [22] Minerální izolace, „www.mineralniizolace.cz,“ 10 Únor 2014. [Online]. Available: <http://www.mineralniizolace.cz/skelna-vlna-nebo-celuloza-1310395487.html>. [Přístup získán 28 Prosinec 2015].
- [23] ASB - portal, „ASB-portal.cz,“ 1 Březen 2010. [Online]. Available: <http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/materialy-a-vyroby/t>. [Přístup získán 29 Prosinec 2015].
- [24] V. Č. B. Ing. Roman Šubrt, „tzb-info,“ 27 Listopad 2012. [Online]. Available: <http://stavba.tzb-info.cz/okna-dvere/6945-otvorove-vyplne>. [Přístup získán 5 Leden 2016].
- [25] Okna EU, „okna.eu,“ 29 Březen 2014. [Online]. Available: <http://www.okna.eu/3-3-x-8-trochu-matematiky-kvalitnich-plastovych-oken>. [Přístup získán 7 Leden 2016].
- [26] našeinfo, „naseinfo.cz,“ 25 Leden 2011. [Online]. Available: <http://www.naseinfo.cz/stavby-a-stavebnictvi/vyplne-otvoru/vyplne-otvoru-dulezite-casti-obalu-stavby>. [Přístup získán 18 Leden 2016].
- [27] V. Č. B. Ing. Roman Šubrt, „tzb-info,“ 26 Únor 2013. [Online]. Available: <http://stavba.tzb-info.cz/okna-dvere/7380-odolnost-proti-zatekani-srazkove-vody-vodotesnost>. [Přístup získán 23

Leden 2016].

- [28] P. V. - T. O. F. Ing. David Sýkora, „tzb-info,“ 22 Zář 2014. [Online]. Available: <http://www.tzb-info.cz/udrzba-budov/11747-jak-na-jare-a-v-lete-odhalit-nebezpeci-plisni-v-interieru-a-rozeni-oken-v-zime>. [Přístup získán 2 Únor 2016].
- [29] I. J. Štok, „tzb-info,“ 20 Říjen 2015. [Online]. Available: <http://stavba.tzb-info.cz/okna-dvere/13345-predsazena-montaz-oken-pri-pouziti-konzol-systemu-jb-d-anebo-jb-d-l>. [Přístup získán 10 Únor 2016].
- [30] I. P. C. Ing. Roman Šubrt, „Kontaktní zateplení z pohledu Tepelných mostů hmoždinkami a jejich prokreslování,“ 17 Únor 2012. [Online]. Available: <http://stavba.tzb-info.cz/zateplovaci-systemy/8325-kontakti-zatepleni-z-pohledu-tepelnych-mostu-hmozdinkami-a-jejich-prokreslovani>. [Přístup získán 13 Prosinec 2014].
- [31] M. dům, „Můj dům,“ 11 Listopad 2014. [Online]. Available: [http://mujdum.dumabyt.cz/rubriky/stavba/zpusoby-zatepleni-domu\\_339\\_fotogalerie.html](http://mujdum.dumabyt.cz/rubriky/stavba/zpusoby-zatepleni-domu_339_fotogalerie.html). [Přístup získán 12 Prosinec 2015].

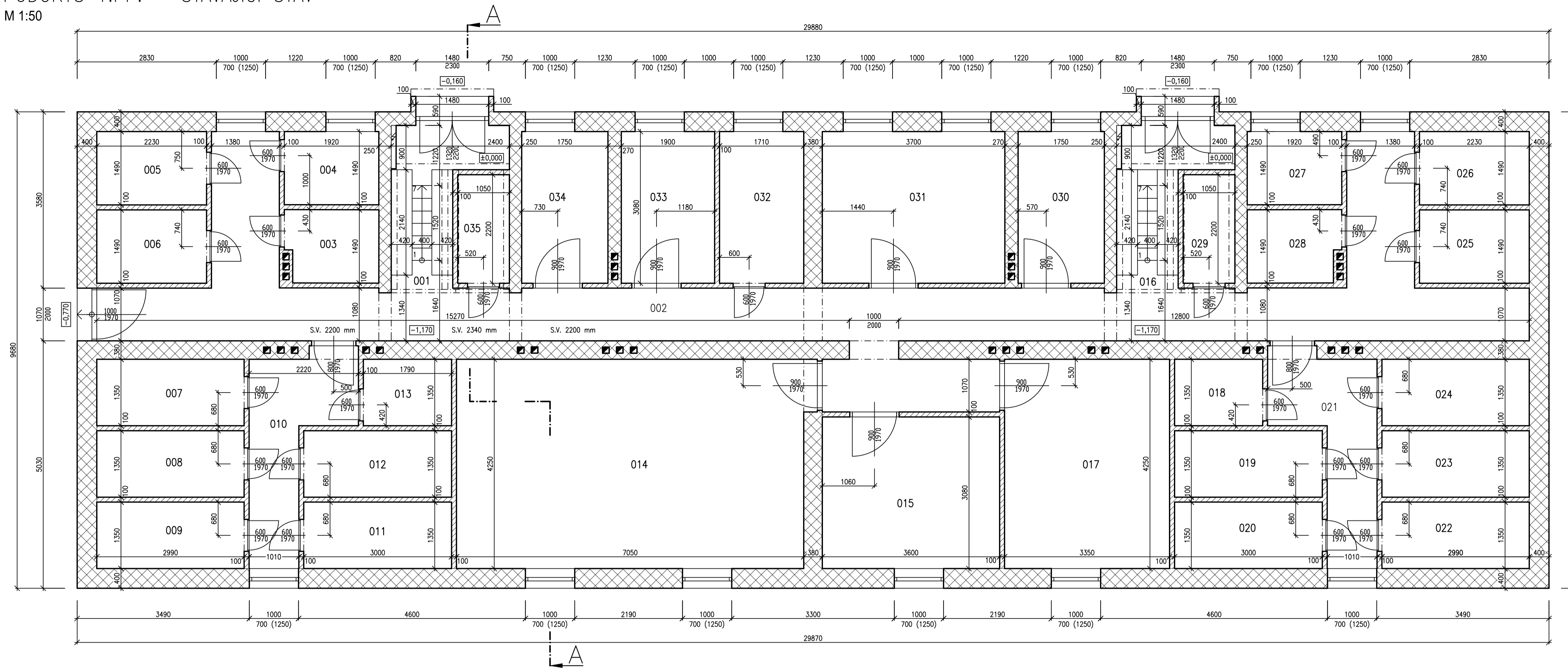
### **Technické normy, vyhlášky, zákony:**

73 0540 Tepelná ochrana budov

Vyhláška 78/2013 Sb o energetické náročnosti budov

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

PŮDORYS 1.PP. – STÁVAJÍCÍ STAV  
M 1:50



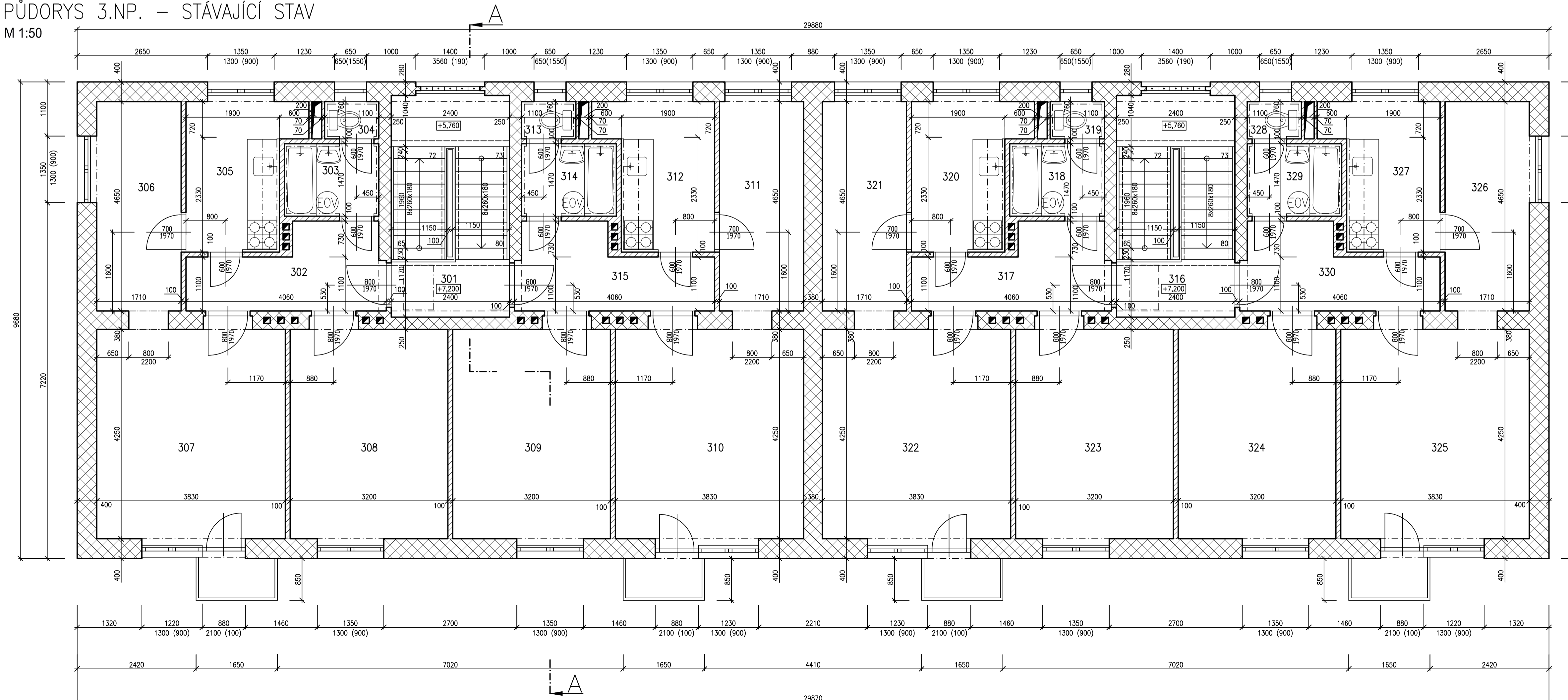
TABULKA MÍSTNOSTI					
OZNAČENÍ	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA (m <sup>2</sup> )	POVRCH PODLAH	POVRCH STĚN	POZNÁMKY
001	SCHODIŠTĚ	2,67	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
002	CHODBA	43,52	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
003	SKLEPNÍ KÓJE	3,13	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
004	SKLEPNÍ KÓJE	3,12	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
005	SKLEPNÍ KÓJE	3,31	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
006	SKLEPNÍ KÓJE	3,31	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
007	SKLEPNÍ KÓJE	4,03	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
008	SKLEPNÍ KÓJE	4,03	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
009	SKLEPNÍ KÓJE	4,03	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
010	CHODBA	6,19	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
011	SKLEPNÍ KÓJE	4,05	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
012	SKLEPNÍ KÓJE	4,05	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
013	SKLEPNÍ KÓJE	2,41	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
014	SUŠARNA	30,25	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
015	PRÁDELNA	11,08	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
016	SCHODIŠTĚ	2,67	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
017	MANDL	14,23	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
018	SKLEPNÍ KÓJE	2,41	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
019	SKLEPNÍ KÓJE	4,05	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
020	SKLEPNÍ KÓJE	4,05	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
021	SKLEPNÍ KÓJE	6,19	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
022	SKLEPNÍ KÓJE	4,03	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
023	SKLEPNÍ KÓJE	4,03	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
024	SKLEPNÍ KÓJE	4,03	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
025	SKLEPNÍ KÓJE	3,31	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
026	SKLEPNÍ KÓJE	3,31	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
027	SKLEPNÍ KÓJE	3,13	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
028	SKLEPNÍ KÓJE	3,12	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
029	SKLEPNÍ KÓJE	2,31	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
030	KOČÁRKÁRNA	5,77	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
031	KOČÁRKÁRNA	11,55	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
032	SKLEPNÍ KÓJE	5,26	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
033	KOČÁRKÁRNA	7,25	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
034	KOČÁRKÁRNA	4,49	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
035	SKLEPNÍ KÓJE	2,31	BETONOVÁ MAZANINA	VC OMITKA	
CELKOVÁ UŽITNÁ PLOCHA (m <sup>2</sup> )		234,6			

**LEGENDA HMOT:**  
 STÁVAJÍCÍ ZDVO Z Cdm  
 STÁVAJÍCÍ ZDVO Z CP

**±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY**

KRESLIL Bc. LUKÁŠ OPPLT <i>Oppl</i>	VYPRACOVAL Bc. LUKÁŠ OPPLT <i>Oppl</i>	ZODPOV. PROJEKTANT Ing. LUDĚK VEJNARA Ph.D. <i>Oppl</i>	VEDOUcí ATELIERU Ing. LUDĚK VEJNARA Ph.D. <i>Oppl</i>
KRAJ: STŘEDOČESKÝ		STAVĚB.ÚŘAD: VOVICE	OBEC.ÚŘAD: VOVICE
STAVĚBNÍK:MĚSTO VOVICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOVICE			
AKCE: <b>OPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOVICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOVICE			
OBSAH: <b>PŮDORYS 3.PP. – STÁVAJÍCÍ STAV</b>		STUPEŇ SKUTEČNÉHO PROVEDENÍ	
		DATUM	06-2016
		FORMÁT	A4
		MĚŘÍTKO	1:50
		ČÍSLO PŘÍLOHY:	I.-A

PŮDORYS 3.NP. – STÁVAJÍCÍ STAV  
M 1:50



TABULKA MÍSTNOSTI					
OZNAČENÍ	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA (m <sup>2</sup> )	POVRCH PODLAH	POVRCH STĚN	POZNÁMKY
301	SCHODIŠTĚ	10,8	TERACOVÁ DLAŽBA	VC OMITKA	
302	CHODBA	5,71	PVC	VC OMITKA	
303	KOUPELNA	2,81	KERAMICKÁ DLAŽBA	VC OMITKA + KERAM. DL	v.o. 1800
304	WC	0,83	KERAMICKÁ DLAŽBA	VC OMITKA + KERAM. DL	v.o. 1800
305	KUCHYŇ	6,24	PVC	VC OMITKA	v.o. 600-1400
306	POKOUJ	7,26	PVC	VC OMITKA	
307	OBVACÍ POKOUJ	16,53	PVC	VC OMITKA	
308	LOŽNICE	13,87	PVC	VC OMITKA	
309	LOŽNICE	13,87	PVC	VC OMITKA	
310	OBVACÍ POKOUJ	16,53	PVC	VC OMITKA	
311	POKOUJ	7,26	PVC	VC OMITKA	
312	KUCHYŇ	6,24	PVC	VC OMITKA	v.o. 600-1400
313	WC	0,83	KERAMICKÁ DLAŽBA	VC OMITKA + KERAM. DL	v.o. 1800
314	KOUPELNA	2,81	KERAMICKÁ DLAŽBA	VC OMITKA + KERAM. DL	v.o. 1800
315	CHODBA	5,71	PVC	VC OMITKA	
316	SCHODIŠTĚ	10,8	TERACOVÁ DLAŽBA	VC OMITKA	
317	CHODBA	5,71	PVC	VC OMITKA	
318	KOUPELNA	2,81	KERAMICKÁ DLAŽBA	VC OMITKA + KERAM. DL	v.o. 1800
319	WC	0,83	KERAMICKÁ DLAŽBA	VC OMITKA + KERAM. DL	v.o. 1800
320	KUCHYŇ	6,24	PVC	VC OMITKA	v.o. 600-1400
321	POKOUJ	7,26	PVC	VC OMITKA	
322	OBVACÍ POKOUJ	16,53	PVC	VC OMITKA	
323	LOŽNICE	13,87	PVC	VC OMITKA	
324	LOŽNICE	13,87	PVC	VC OMITKA	
325	OBVACÍ POKOUJ	16,53	PVC	VC OMITKA	
326	POKOUJ	7,26	PVC	VC OMITKA	
327	KUCHYŇ	6,24	PVC	VC OMITKA	v.o. 600-1400
328	WC	0,83	KERAMICKÁ DLAŽBA	VC OMITKA + KERAM. DL	v.o. 1800
329	KOUPELNA	2,81	KERAMICKÁ DLAŽBA	VC OMITKA + KERAM. DL	v.o. 1800
330	CHODBA	5,71	PVC	VC OMITKA	
CELKOVÁ UŽITNÁ PLOCHA (m <sup>2</sup> )		234,6			

**LEGENDA HMOT:**  
 STÁVAJÍCÍ ZDVO Z Cdm  
 STÁVAJÍCÍ ZDVO Z CP

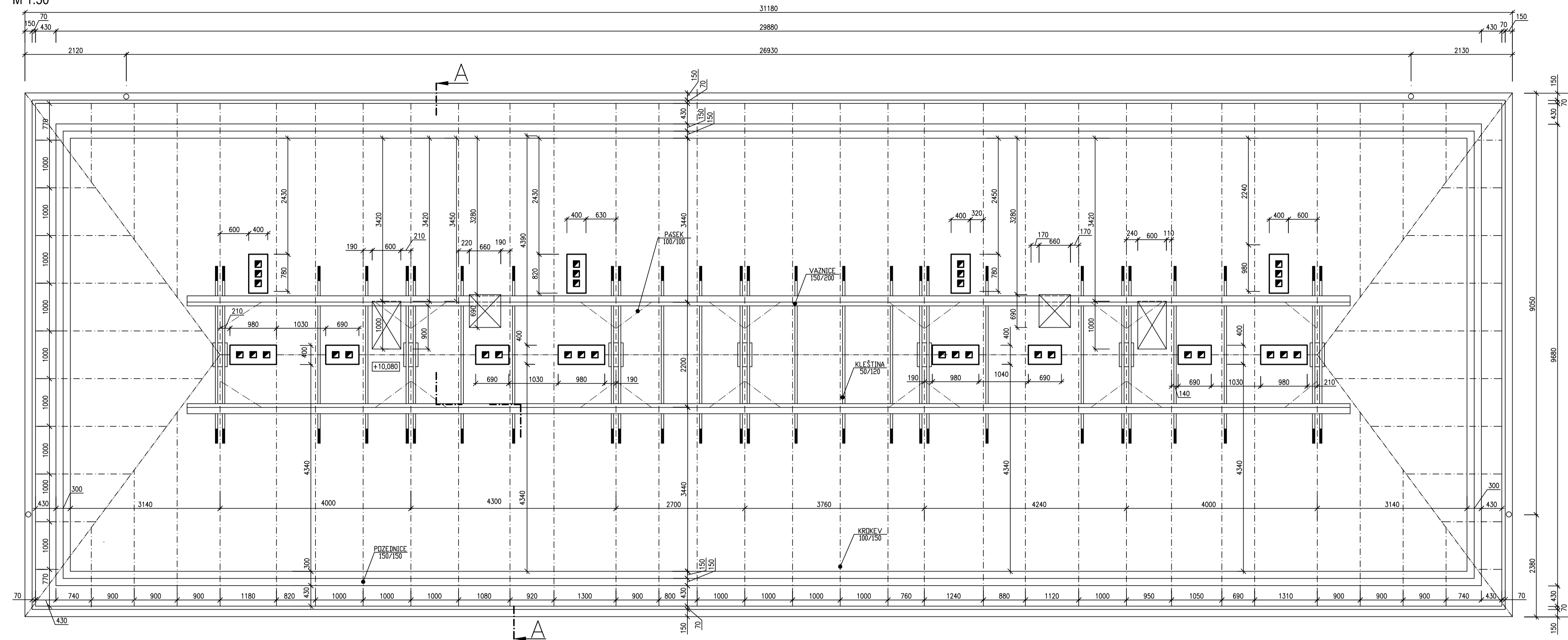
**±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY**

KRESLIL Bc. LUKÁŠ OPPLT <i>Oppl</i>	VYPRACOVAL Bc. LUKÁŠ OPPLT <i>Oppl</i>	ZODPOV. PROJEKTANT Ing. LUDĚK VEJNARA Ph.D. <i>Oppl</i>	VEDOUcí ATELIERU Ing. LUDĚK VEJNARA Ph.D. <i>Oppl</i>
KRAJ: STŘEDOČESKÝ		STAVĚB.ÚŘAD: VOVICE	OBEC.ÚŘAD: VOVICE
STAVĚBNÍK:MĚSTO VOVICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOVICE			
AKCE: <b>OPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOVICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOVICE			
OBSAH: <b>PŮDORYS 3.NP. – STÁVAJÍCÍ STAV</b>		STUPEŇ SKUTEČNÉHO PROVEDENÍ	
		DATUM	06-2016
		FORMÁT	A4
		MĚŘÍTKO	1:50
		ČÍSLO PŘÍLOHY:	I.-B



PŮDORYS KROVU – STÁVAJÍCÍ STAV

M 1:50



±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

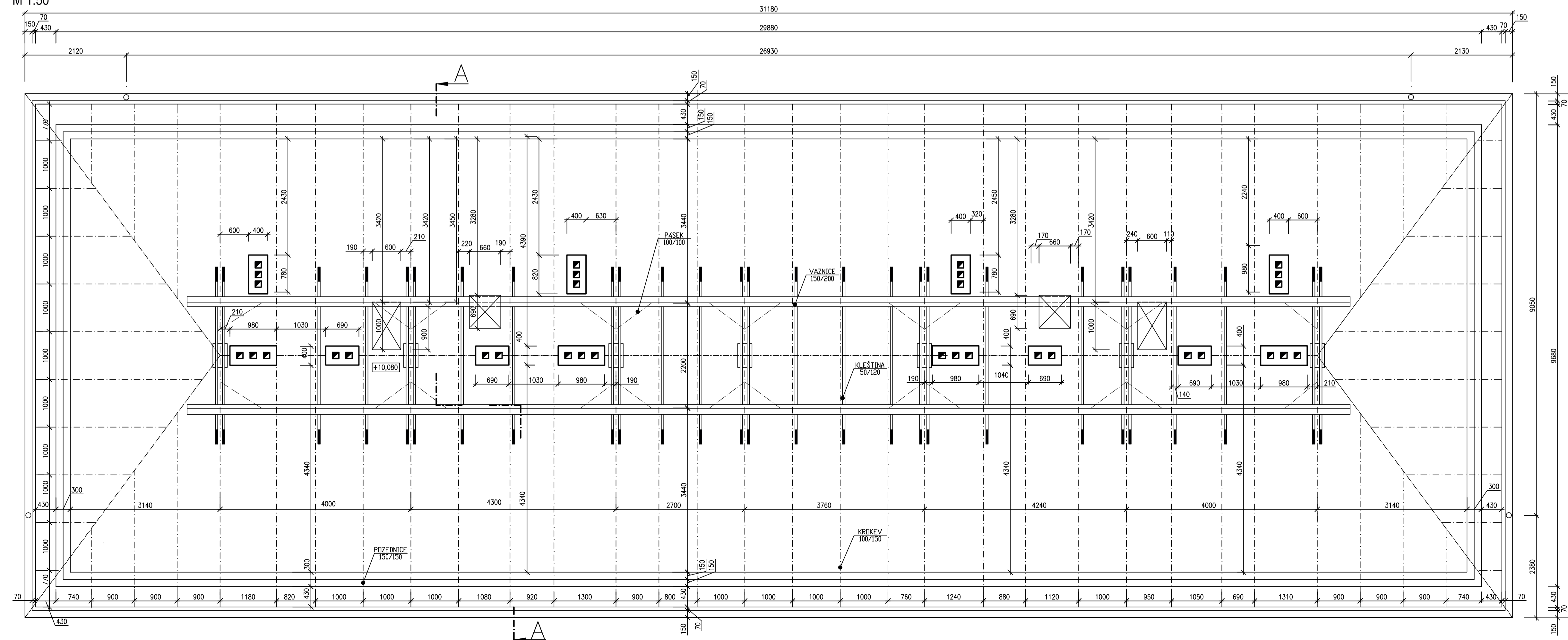
KRESLIL Bc. LUKÁŠ OPPLT <i>Oppl</i>	VYPRACOVAL Bc. LUKÁŠ OPPLT <i>Oppl</i>	ZODPOV. PROJEKTANT ING. LUDĚK VEJNARA Ph.D. <i>Oppl</i>	VEDOUcí ATELIERU ING. LUDĚK VEJNARA Ph.D.
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ŮRAD: VOTICE	OBEC.ŮRAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			



AKCE: <b>OPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>	STUPEŇ SKUTEČNÉHO PROVEDENÍ
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ů. VOTICE	DATUM 06-2016
OBSAH: <b>PŮDORYS KROVU – STÁVAJÍCÍ STAV</b>	FORMÁT 4A4
	MĚŘÍTKO 1:50
	ČÍSLO PŘÍLOHY: I.-C

PŮDORYS KROVU – STÁVAJÍCÍ STAV

M 1:50



±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

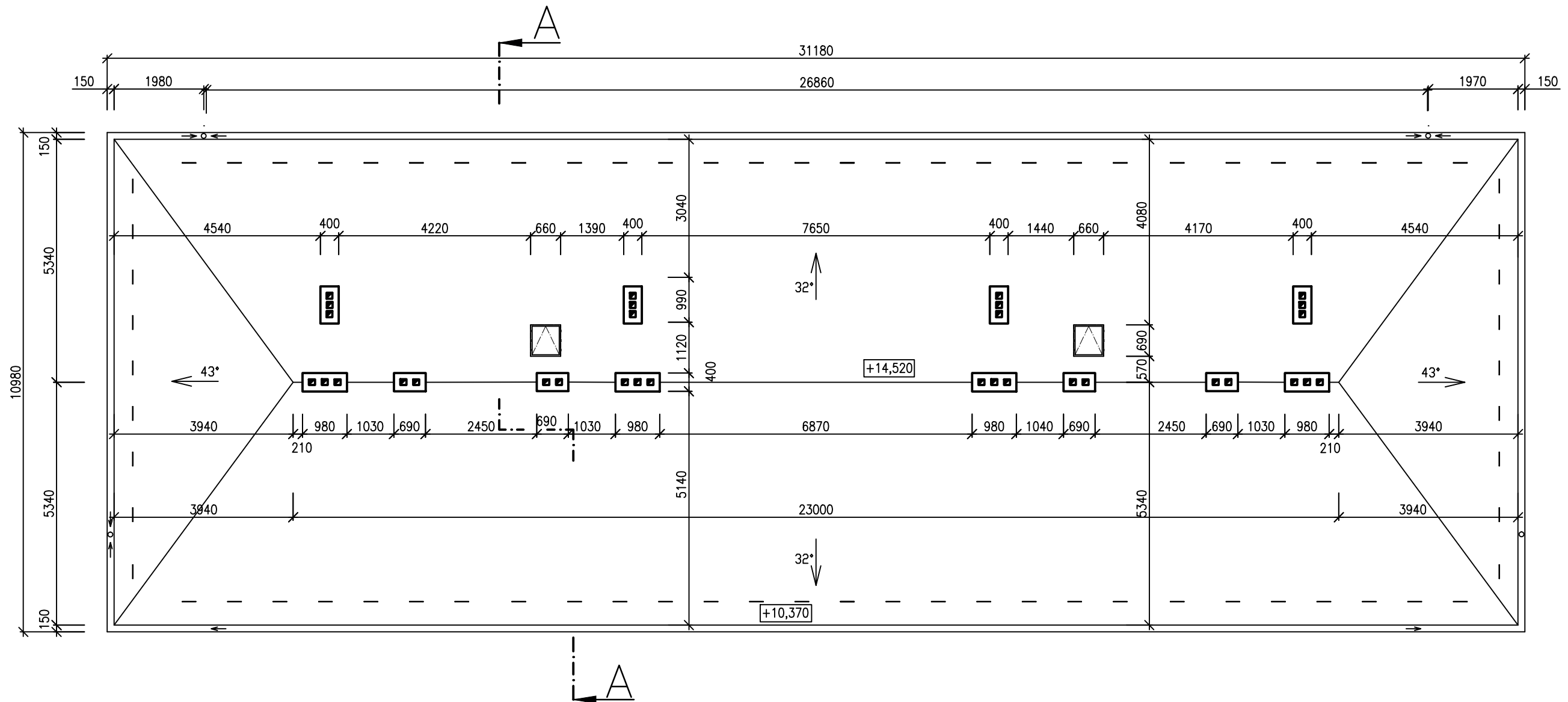
KRESLIL Bc. LUKÁŠ OPPLT <i>Oppl</i>	VYPRACOVAL Bc. LUKÁŠ OPPLT <i>Oppl</i>	ZODPOV. PROJEKTANT ING. LUDĚK VEJNARA Ph.D. <i>Oppl</i>	VEDOUcí ATELIERU ING. LUDĚK VEJNARA Ph.D.
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ŮRAD: VOTICE	OBEC.ŮRAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			



AKCE: <b>OPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>	STUPEŇ SKUTEČNÉHO PROVEDENÍ
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ů. VOTICE	DATUM 06-2016
OBSAH: <b>PŮDORYS KROVU – STÁVAJÍCÍ STAV</b>	FORMÁT 4A4
	MĚŘÍTKO 1:50
	ČÍSLO PŘÍLOHY: I.-C

# PŮDORYS STŘECHY – STÁVAJÍCÍ STAV

M 1:10

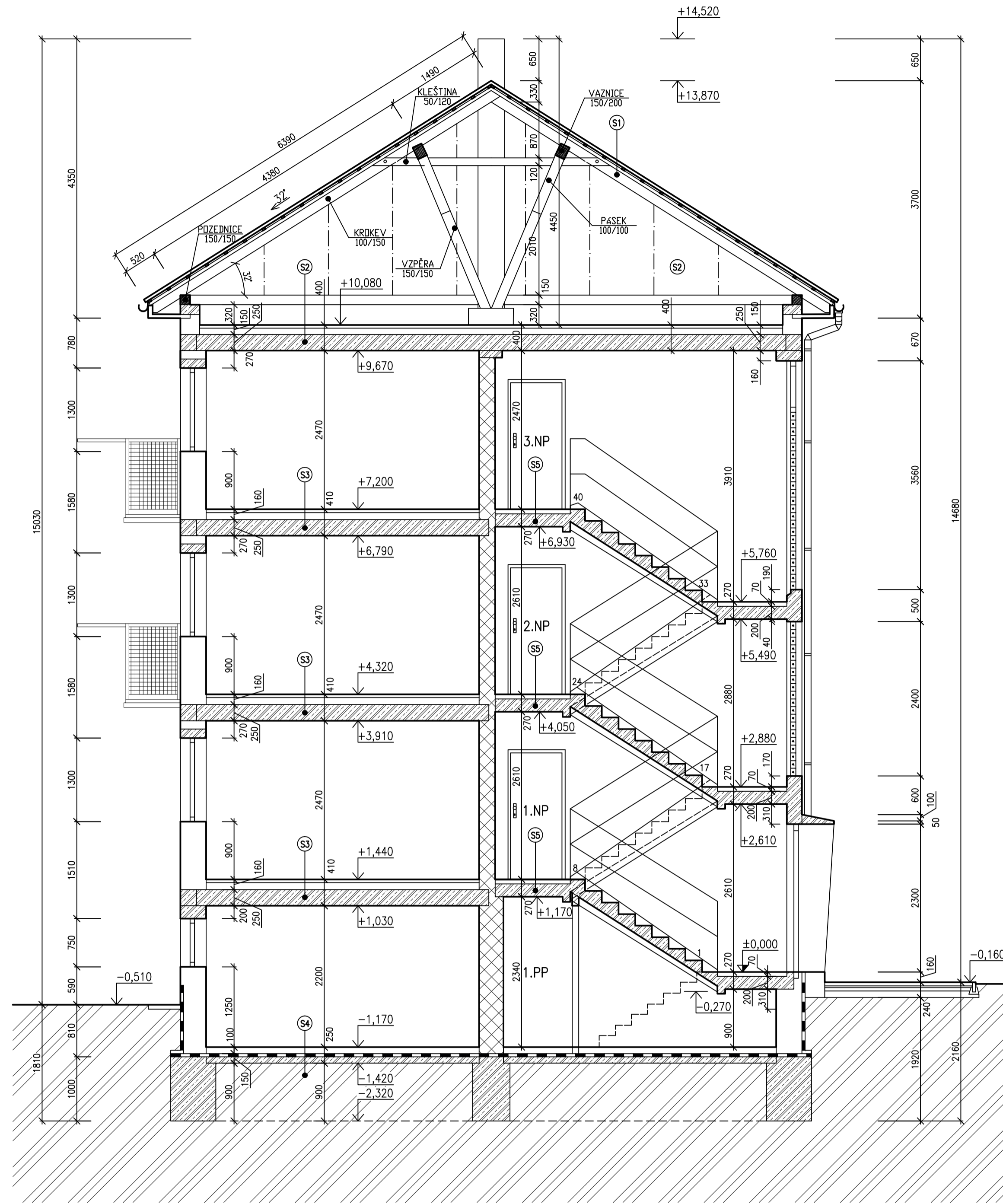


±0,000 ≡ ÚROVEŇ PODLAHY I.NP

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>PŮDORYS STŘECHY – STÁVAJÍCÍ STAV</b>			
		STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
		DATUM	06-2016
		FORMÁT	2A4
MĚŘITKO	1:100	ČÍSLO PŘÍLOHY:	I.-D



ŘEZ A-A STÁVAJÍCÍ STAV  
M 1:50



LEGENDA HMOT:

- STÁVAJÍCÍ ZDIVO Z CDm
- STÁVAJÍCÍ ZDIVO Z CP

SKLADBY KONSTRUKCÍ:

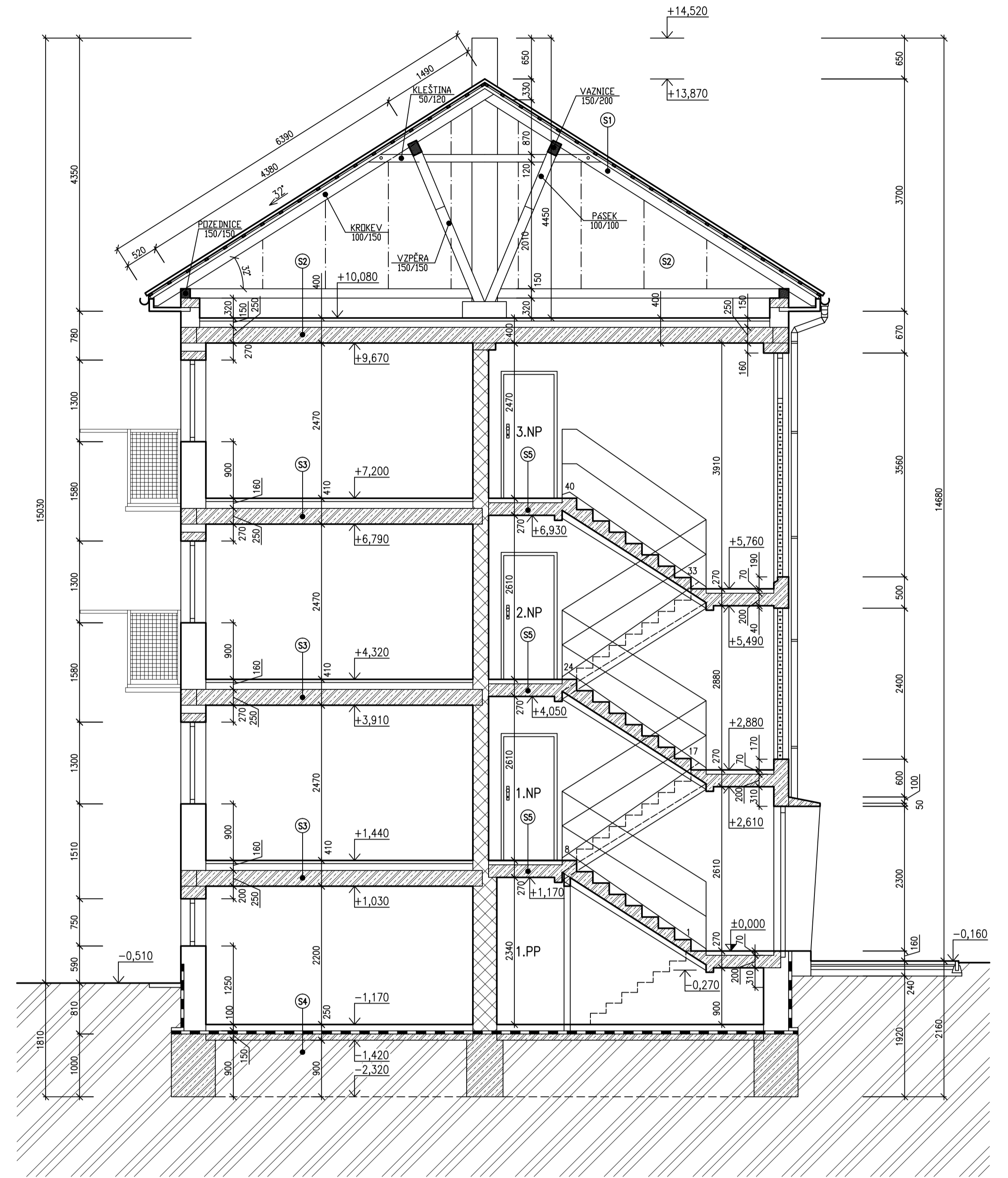
- S1** - TAŠKOVÁ STŘEŠNÍ KRYTINA  
- LATE 30x50mm  
- KONTRALATE 40x60mm  
- KROKVEV 110x140mm
- S2** - BETONOVÁ MAZANINA tl. 50mm  
- SKVÁROVÝ NÁSTYP tl. 100mm  
- STROPNÍ KONSTRUKCE ZE SKVÁROBETONOVÝCH TVÁRNIC tl. 250mm  
- VNITŘNÍ OMÍTKA

- S3** - DŘEVĚNÉ PARKETY tl. 15mm  
- BETONOVÁ MAZANINA tl. 50mm  
- SKVÁROVÝ NÁSTYP tl. 100mm  
- STROPNÍ KONSTRUKCE ZE SKVÁROBETONOVÝCH TVÁRNIC tl. 250mm
- S4** - BETONOVÁ MAZANINA tl. 100mm  
- ASFALTOVÝ HYDROIZOLAČNÍ PÁS tl. 5mm  
- ASFALTOVÝ HYDROIZOLAČNÍ PÁS tl. 5mm  
- PODKLADNÍ BETONOVÁ DESKA tl. 150mm  
- ROSTLÝ TERÉN
- S5** - TERACOVÁ DLAŽBA tl. 20mm  
- BETONOVÁ MAZANINA tl. 50mm  
- ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE SCHODIŠTĚ tl. 200mm  
- VNITŘNÍ OMÍTKA

±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL Bc. LUKÁŠ OPPLT	VYPRACOVAL Bc. LUKÁŠ OPPLT	ZODPOV. PROJEKTANT ING. LUDĚK VEJNARA Ph.D.	VEDOUcí ATELIERU ING. LUDĚK VEJNARA Ph.D.
KRAJ: STŘEDOČESKÝ STAVEBNÍK: MĚSTO VOJTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOJTICE		OBYČ. GRAD: VOJTICE	
AKCE: <b>OPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOJTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOJTICE			
OBSAH: <b>ŘEZ A-A STÁVAJÍCÍ STAV</b>			
STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ		DATUM: 06-2016	
FORMÁT: 4A4		MĚŘÍTKO: 1:50	
ČÍSLO PŘÍLOHY: I.-E			

ŘEZ A-A STÁVAJÍCÍ STAV  
M 1:50



LEGENDA HMOT:

- STÁVAJÍCÍ ZDIVO Z CDm
- STÁVAJÍCÍ ZDIVO Z CP

SKLADBY KONSTRUKCÍ:

- S1** - TAŠKOVÁ STŘEŠNÍ KRYTINA  
- LATE 30x50mm  
- KONTRALATE 40x60mm  
- KROKVEV 110x140mm
- S2** - BETONOVÁ MAZANINA tl. 50mm  
- SKVÁROVÝ NÁSTYP tl. 100mm  
- STROPNÍ KONSTRUKCE ZE SKVÁROBETONOVÝCH TVÁRNIC tl. 250mm  
- VNITŘNÍ OMÍTKA

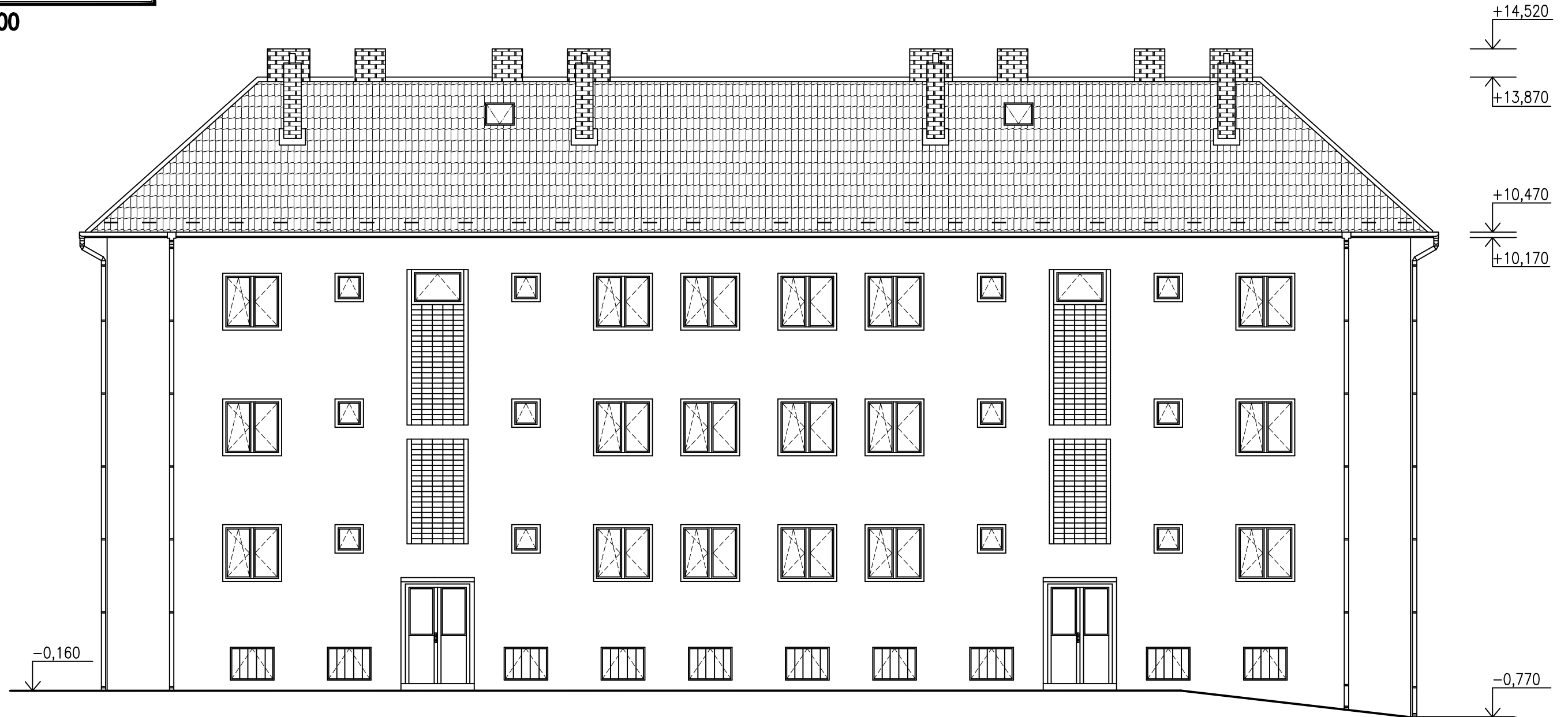
- S3** - DŘEVĚNÉ PARKETY tl. 15mm  
- BETONOVÁ MAZANINA tl. 50mm  
- SKVÁROVÝ NÁSTYP tl. 100mm  
- STROPNÍ KONSTRUKCE ZE SKVÁROBETONOVÝCH TVÁRNIC tl. 250mm
- S4** - BETONOVÁ MAZANINA tl. 100mm  
- ASFALTOVÝ HYDROIZOLAČNÍ PÁS tl. 5mm  
- ASFALTOVÝ HYDROIZOLAČNÍ PÁS tl. 5mm  
- PODKLADNÍ BETONOVÁ DESKA tl. 150mm  
- ROSTLÝ TERÉN
- S5** - TERACOVÁ DLAŽBA tl. 20mm  
- BETONOVÁ MAZANINA tl. 50mm  
- ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE SCHODIŠTĚ tl. 200mm  
- VNITŘNÍ OMÍTKA

±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL Bc. LUKÁŠ OPPLT	VYPRACOVAL Bc. LUKÁŠ OPPLT	ZODPOV. PROJEKTANT ING. LUDĚK VEJNARA Ph.D.	VEDOUcí ATELIERU ING. LUDĚK VEJNARA Ph.D.
KRAJ: STŘEDOČESKÝ STAVEBNÍK: MĚSTO VOJTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOJTICE		OBYČ. GRAD: VOJTICE	
AKCE: <b>OPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOJTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOJTICE			
OBSAH: <b>ŘEZ A-A STÁVAJÍCÍ STAV</b>			
STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ		DATUM: 06-2016	
FORMÁT: 4A4		MĚŘÍTKO: 1:50	
ČÍSLO PŘÍLOHY: I.-E			

**POHLED OD SEVERU**

**M 1:100**

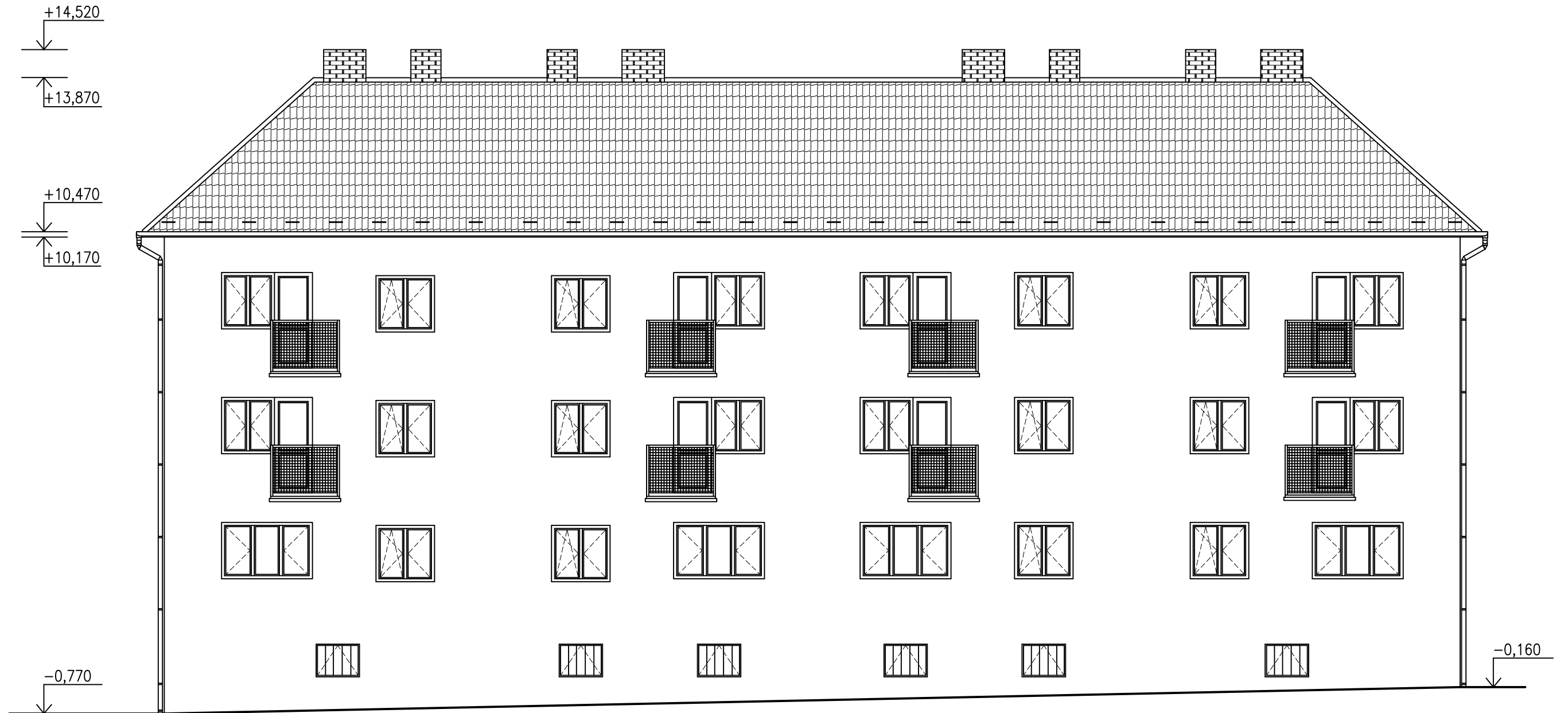


$\pm 0,000 \equiv$  ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>POHLED OD SEVERU – STÁVAJÍCÍ STAV</b>			
<p><b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b></p>		STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
		DATUM	06-2016
		FORMÁT	2A4
		MĚŘITKO	ČÍSLO PŘÍLOHY:
1:100	<b>I.-F</b>		

**POHLED OD JIHU**

**M 1:100**



$\pm 0,000 \equiv$  ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		

KRAJ: STŘEDOČESKÝ STAVEB.ÚŘAD: VOTICE OBEC.ÚŘAD: VOTICE

STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE

AKCE: **ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404**  
 MÍSTO STAVBY: VOTICE  
 POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE

OBSAH: **POHLED OD JIHU – STÁVAJÍCÍ STAV**

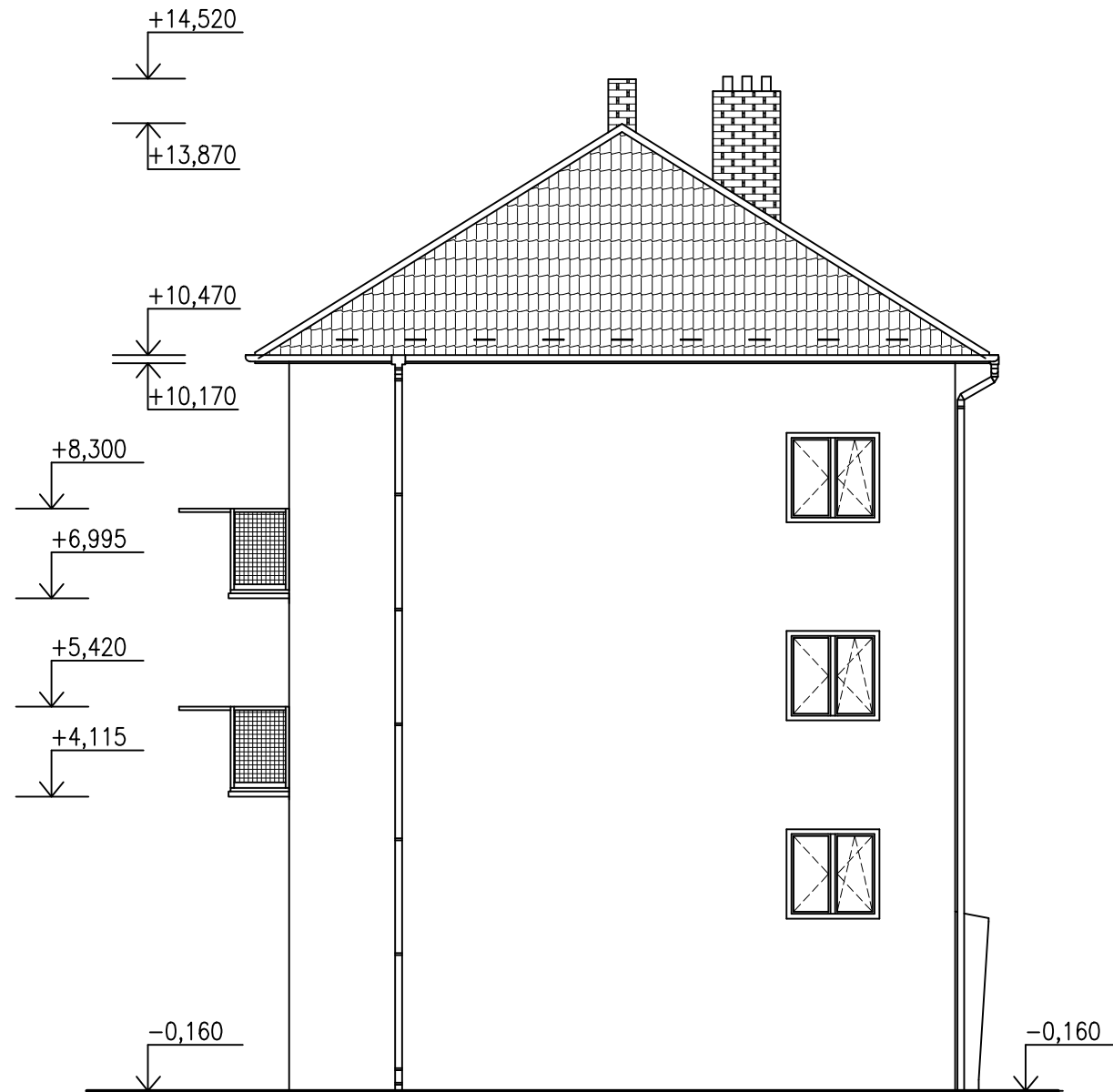


STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
DATUM	06-2016
FORMÁT	2A4
MĚŘITKO	ČÍSLO PŘÍLOHY:
1:100	I.-G



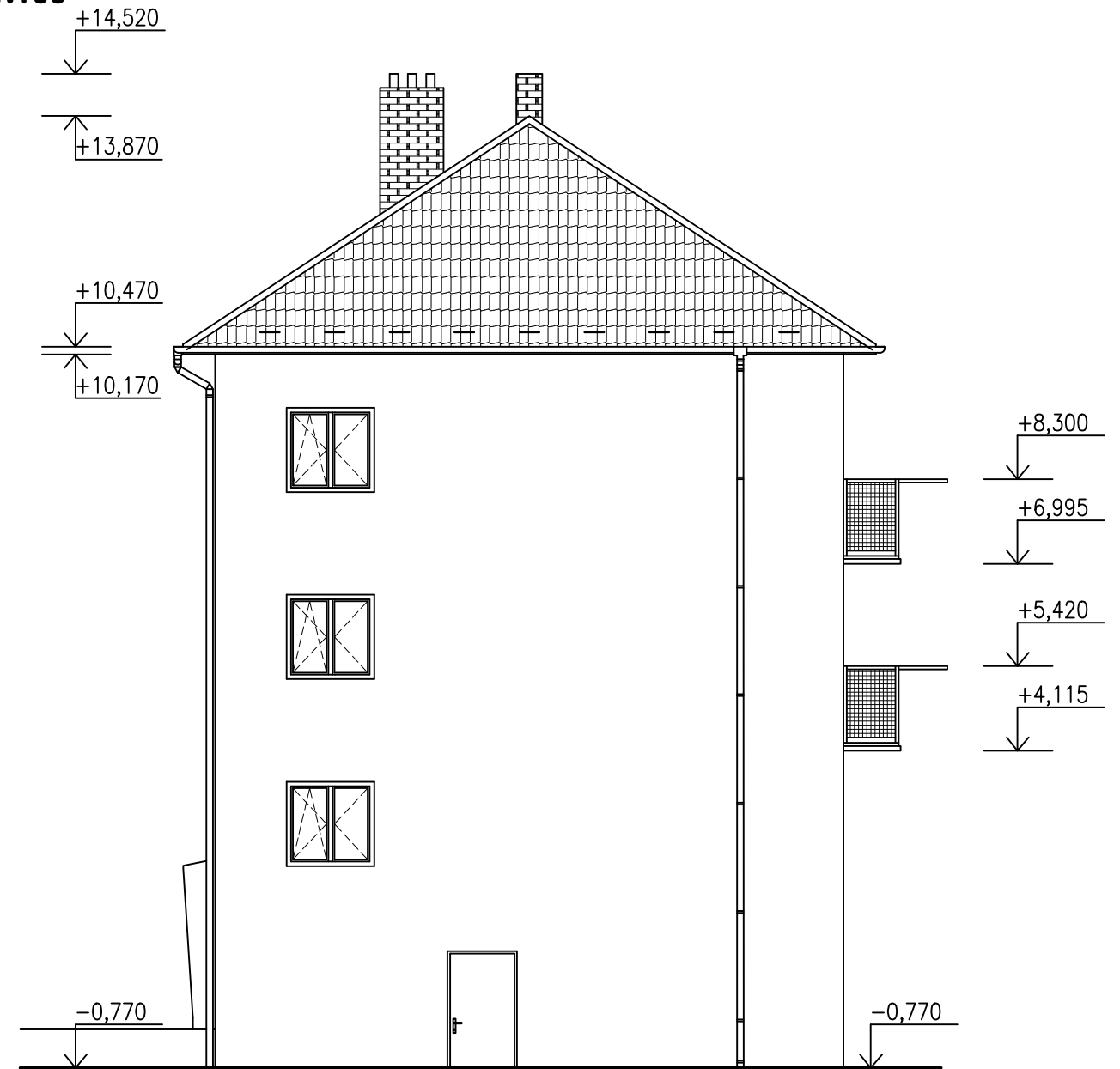
**POHLED OD VÝCHODU**

M 1:100



**POHLED OD ZÁPADU**

M 1:100



±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

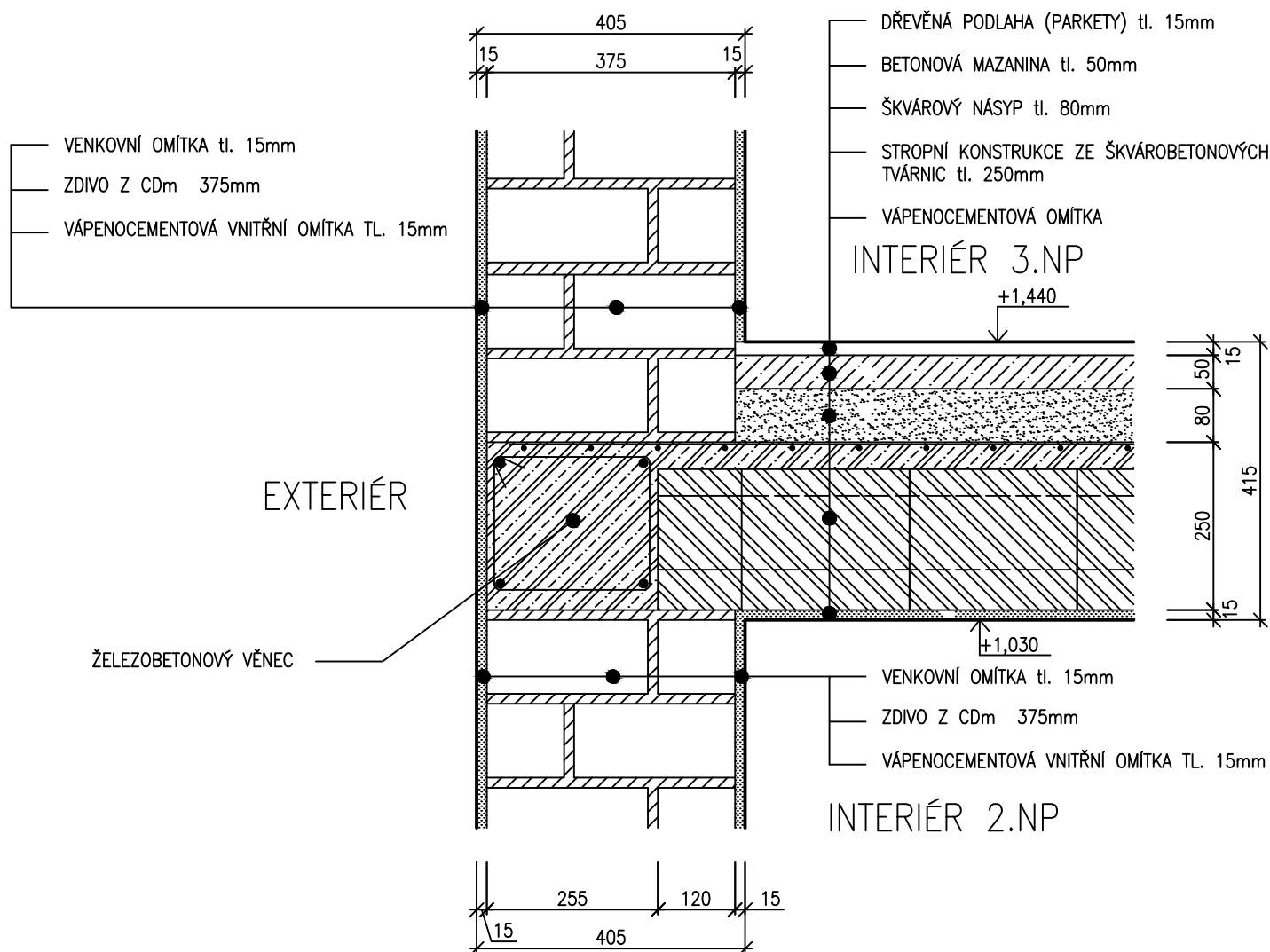
KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>POHLED OD VÝCHODU A ZÁPADU – STÁVAJÍCÍ STAV</b>			



STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
DATUM	06-2016
FORMÁT	2A4
MĚŘITKO	ČÍSLO PŘÍLOHY:
1:100	I.-H

# DETAIL VĚNCE STÁVAJÍCÍ STAV

## M 1:10



±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

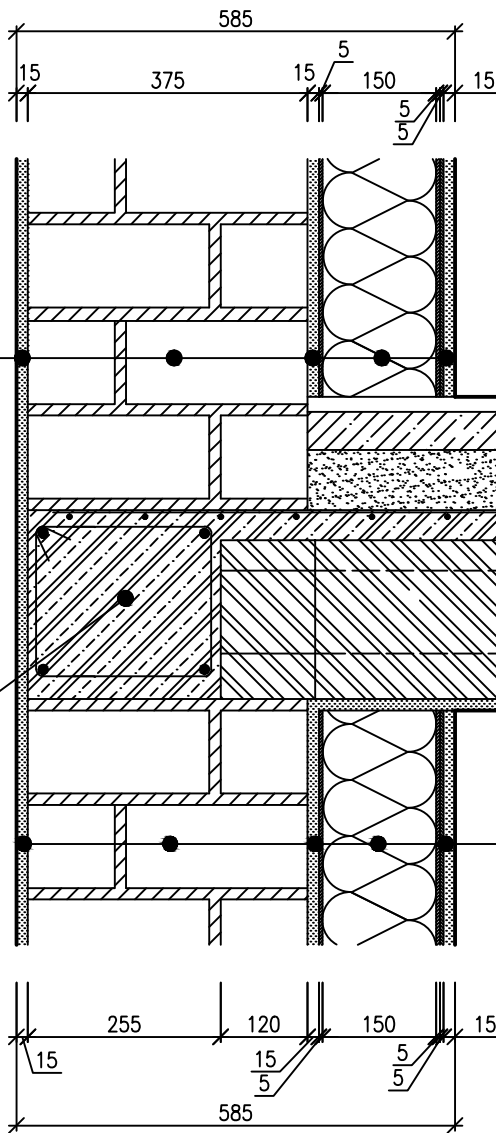
KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl LUKÁŠ</i>	<i>Oppl LUKÁŠ</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL VĚNCE STÁVAJÍCÍ STAV</b>			

 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>	
STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
DATUM	06-2016
FORMÁT	A4
MĚŘÍTKO	ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>III.-A</b>
1:10	

# DETAIL VNITŘNÍHO ZATEPLENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ

## M 1:10

- VENKOVNÍ OMÍTKA tl. 15mm
- ZDIVO Z CDm 380mm
- VÁPENOCEMENTOVÁ VNITŘNÍ OMÍTKA tl. 15mm
- LEPIDLO CEMIX tl. 5mm
- PĚNOVÝ POLYSTYREN RIGIPS EPS 70 F tl. 150mm
- LEPIDLO CEMIX S VÝZTUŽNOU TKANINOU tl. 5mm
- LEPIDLO CEMIX tl. 5mm
- PENETRACE
- VÁPENOCEMENTOVÁ VNITŘNÍ OMÍTKA tl. 15mm



- DŘEVĚNÁ PODLAHA (PARKETY) tl. 15mm
  - BETONOVÁ MAZANINA tl. 50mm
  - ŠKVÁROVÝ NÁSYP tl. 80mm
  - STROPNÍ KONSTRUKCE ZE ŠKVÁROBETONOVÝCH TVÁRNIC tl. 250mm
  - VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA
- INTERIÉR 3.NP

EXTERIÉR

ŽELEZOBETONOVÝ VĚNec

INTERIÉR 2.NP

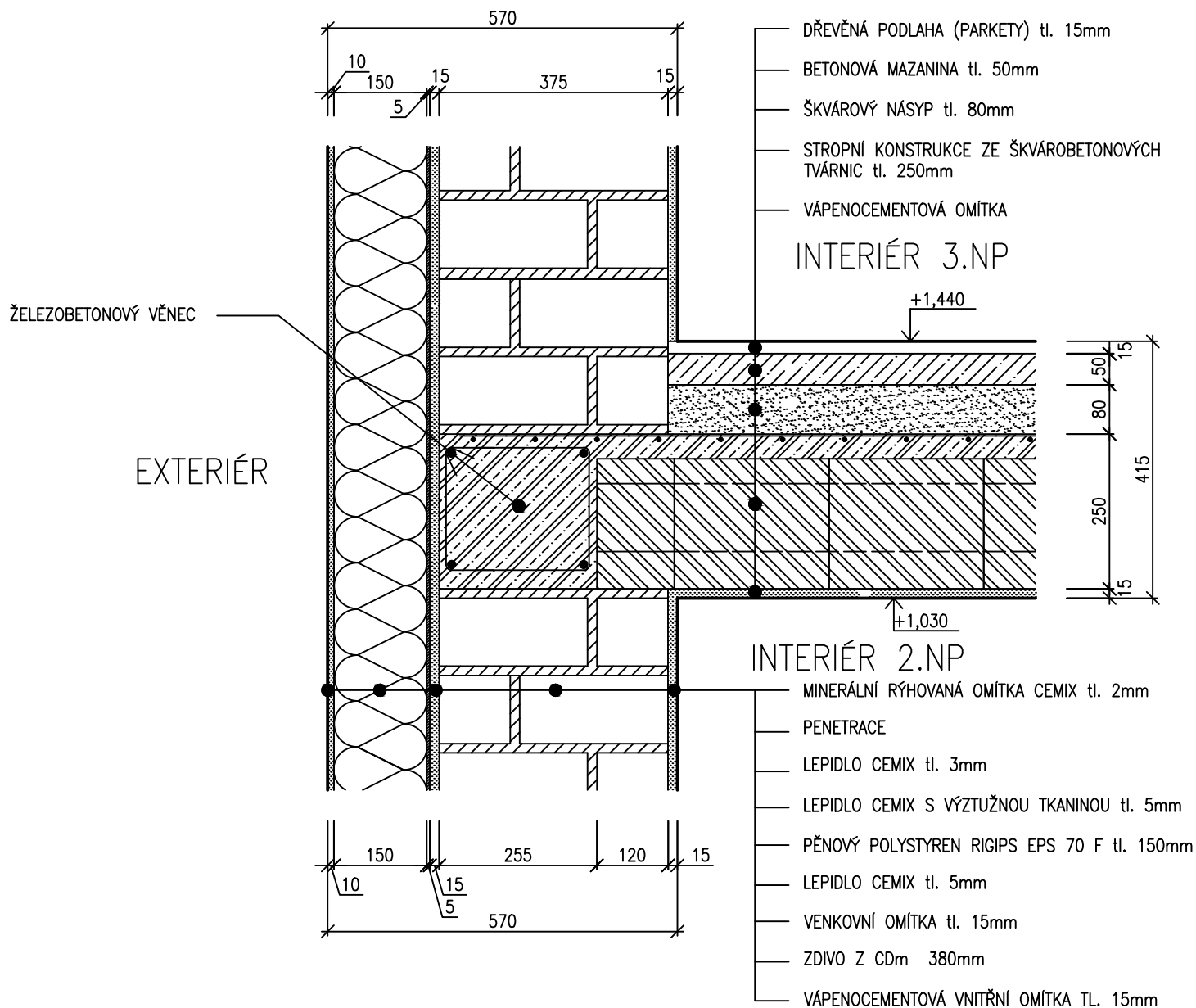
- VENKOVNÍ OMÍTKA tl. 15mm
- ZDIVO Z CDm 380mm
- VÁPENOCEMENTOVÁ VNITŘNÍ OMÍTKA tl. 15mm
- LEPIDLO CEMIX tl. 5mm
- PĚNOVÝ POLYSTYREN RIGIPS EPS 70 F tl. 150mm
- LEPIDLO CEMIX S VÝZTUŽNOU TKANINOU tl. 5mm
- LEPIDLO CEMIX tl. 5mm
- PENETRACE
- VÁPENOCEMENTOVÁ VNITŘNÍ OMÍTKA tl. 15mm

$\pm 0,000 \equiv$  ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY


KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUCÍ ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lubaš</i>	<i>Oppl Lubaš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL VĚNCE – ZATEPLENÍ Z INTERIÉRU</b>			

 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>	
STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
DATUM	06-2016
FORMÁT	A4
MĚŘÍTKO	ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>III.-B</b>
1:10	

# DETAIL VNĚJŠÍHO KONTAKT. ZATEPLENÍ OBVOD. PLÁŠTĚ M 1:10

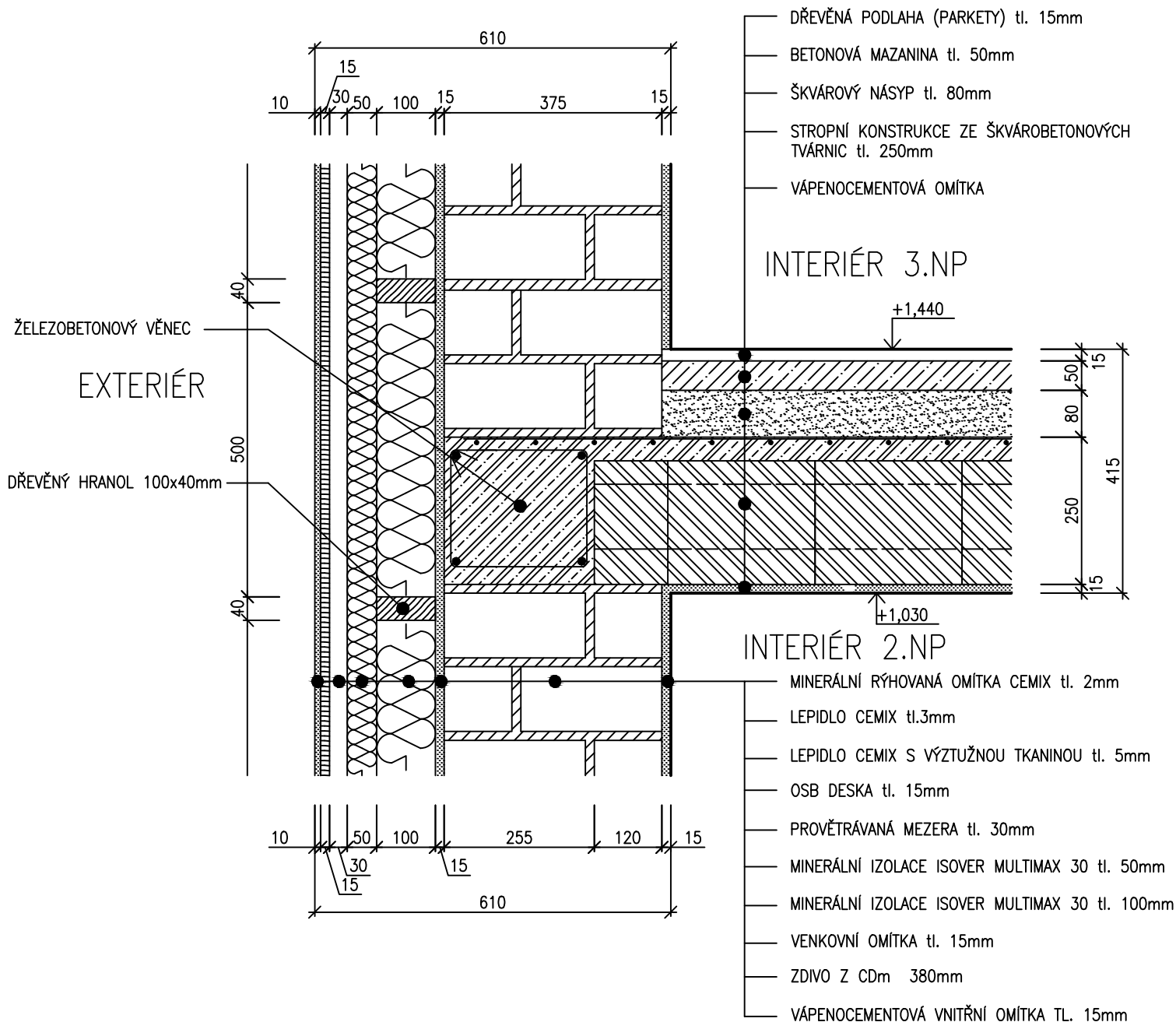


±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY


KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU	
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>			
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>				
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				
OBSAH: <b>DETAIL ZATEPLENÍ VĚNCE PĚNOVÝM POLYSTYRENEM</b>				
 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>			STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
			DATUM	06-2016
			FORMÁT	A4
			MĚŘÍTKO	ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>III.-C</b>
			1:10	

# DETAIL PROVĚTRÁVANÉHO VNĚJŠÍHO ZATEPLENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ

M 1:10

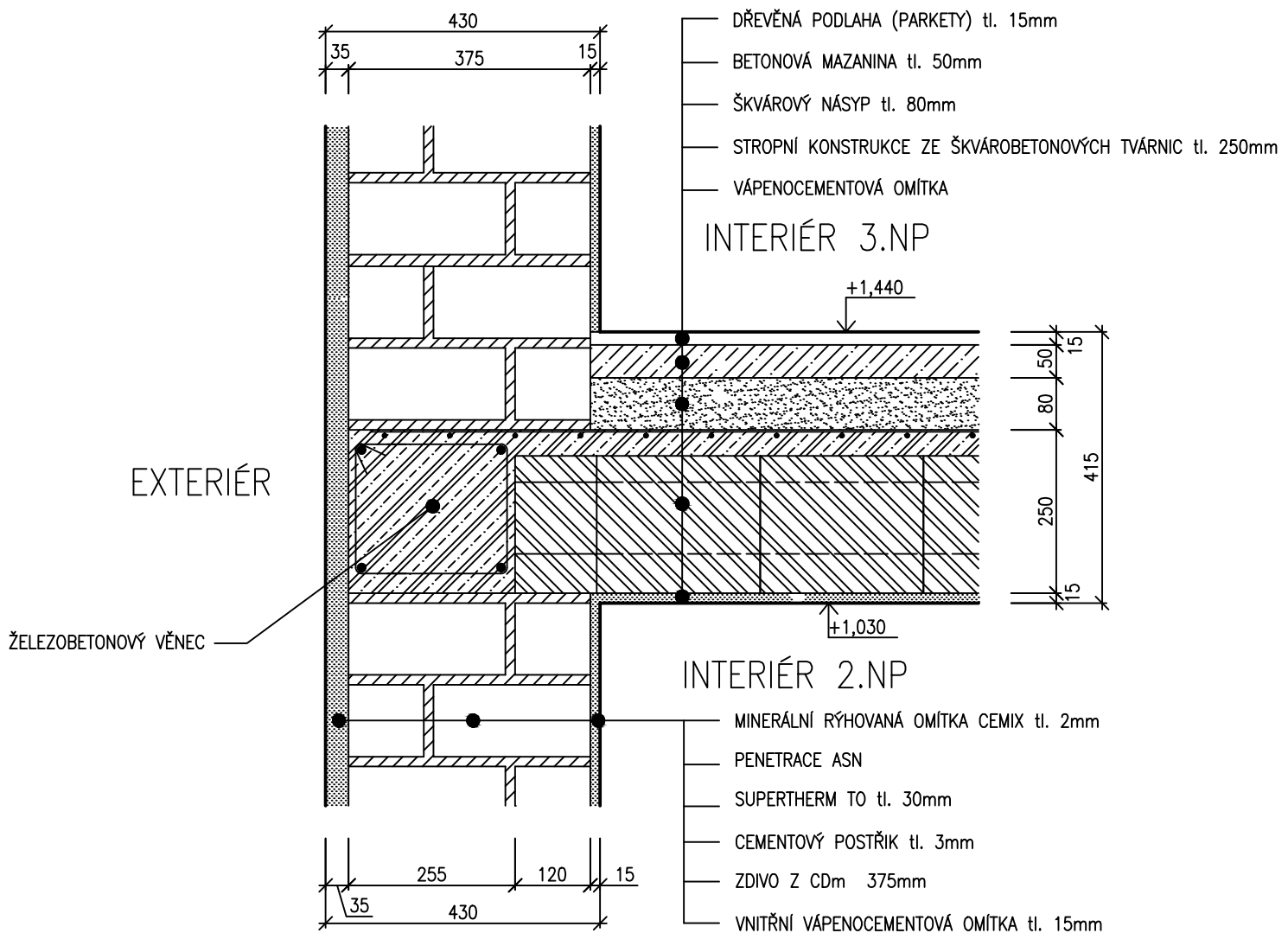


±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY


KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU	
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>			
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>				
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				
OBSAH: <b>DETAIL PROVĚTRÁVANÉ FASÁDY V MÍSTĚ VĚNCE</b>				
 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>			STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
			DATUM	06-2016
			FORMÁT	A4
			MĚŘÍTKO	ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>III.-D</b>
			1:10	

# DETAIL VNĚJŠÍHO ZATEPLENÍ OBVOD. PLÁŠTĚ POMOCÍ TEPELNĚIZOLAČNÍ OMÍTKY

M 1:10

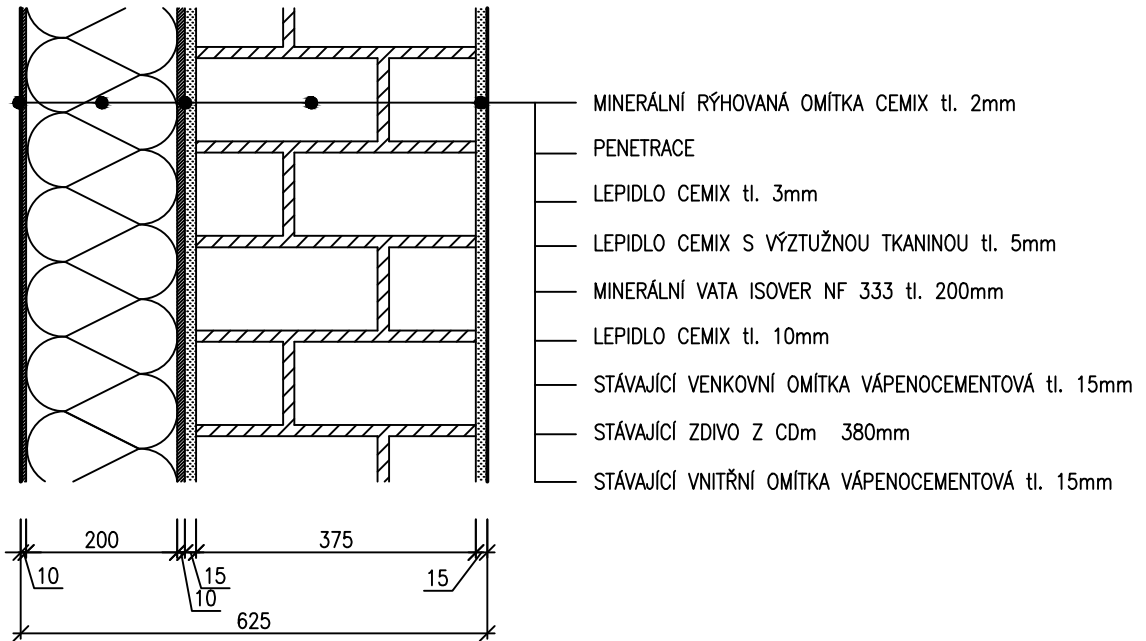


±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY



KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU	
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	
<i>Oppl Lubaš</i>	<i>Oppl Lubaš</i>			
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>				
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				
OBSAH: <b>DETAIL VĚNCE ZATEPLENÝ TEPELNĚIZOLAČNÍ OMÍTKOU</b>				
 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>			STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
			DATUM	06-2016
			FORMÁT	A4
			MĚŘÍTKO	1:10
			ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>III.-E</b>	

# DETAIL NAVRŽENÉ SKLADBY OBVODOVÉ STĚNY

## M 1:10



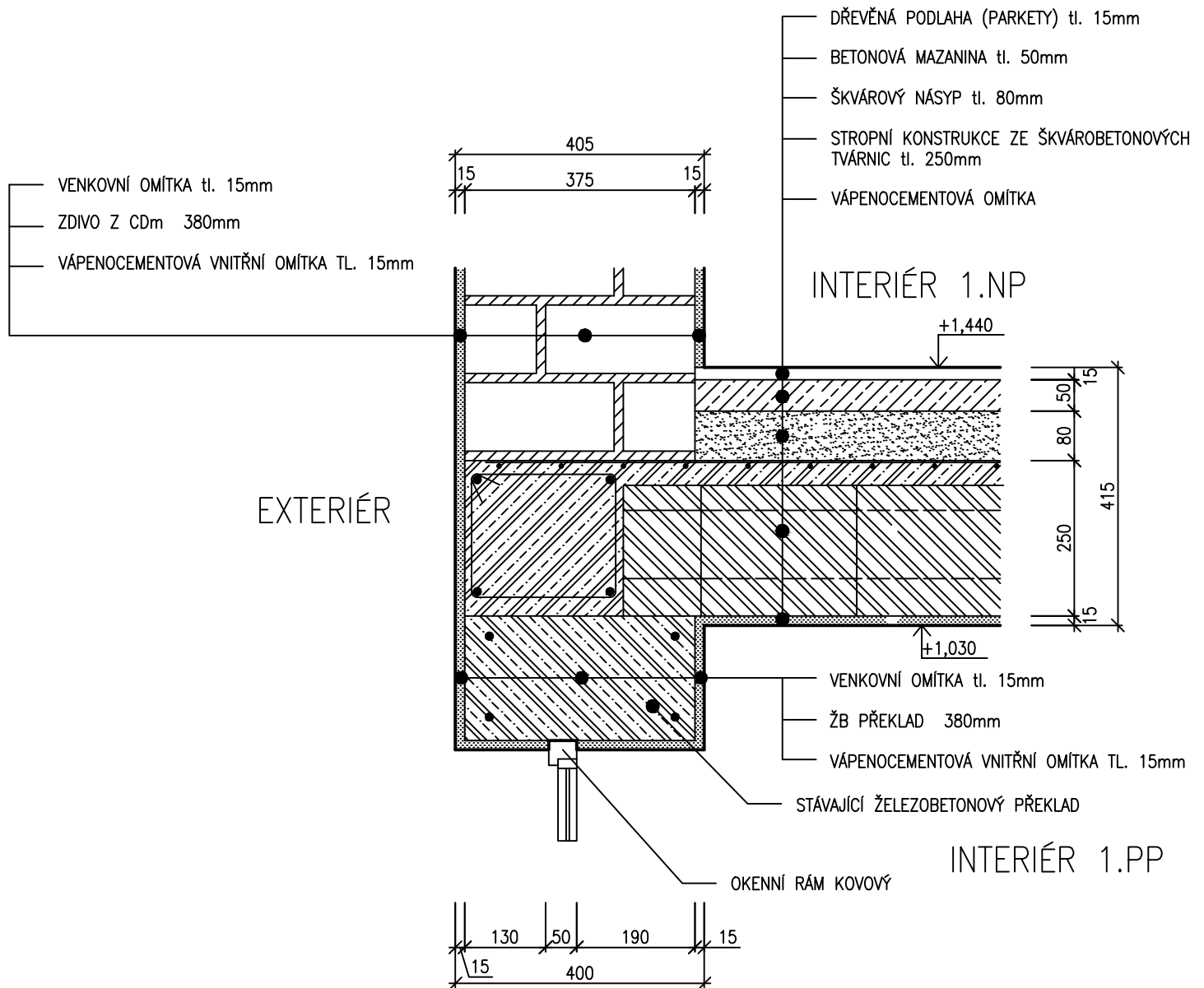
±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU	
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>			
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>				
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				
OBSAH: <b>DETAIL NAVRŽENÉ SKLADBY OBVOD. STĚNY</b>				
STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ				
DATUM				06-2016
FORMÁT				A4
MĚŘÍTKO				ČÍSLO PŘÍLOHY:
1:10				<b>VI.</b>




# DETAIL NADPRAŽÍ OKNA S OCELOVÝM RÁMEM

## M 1:10

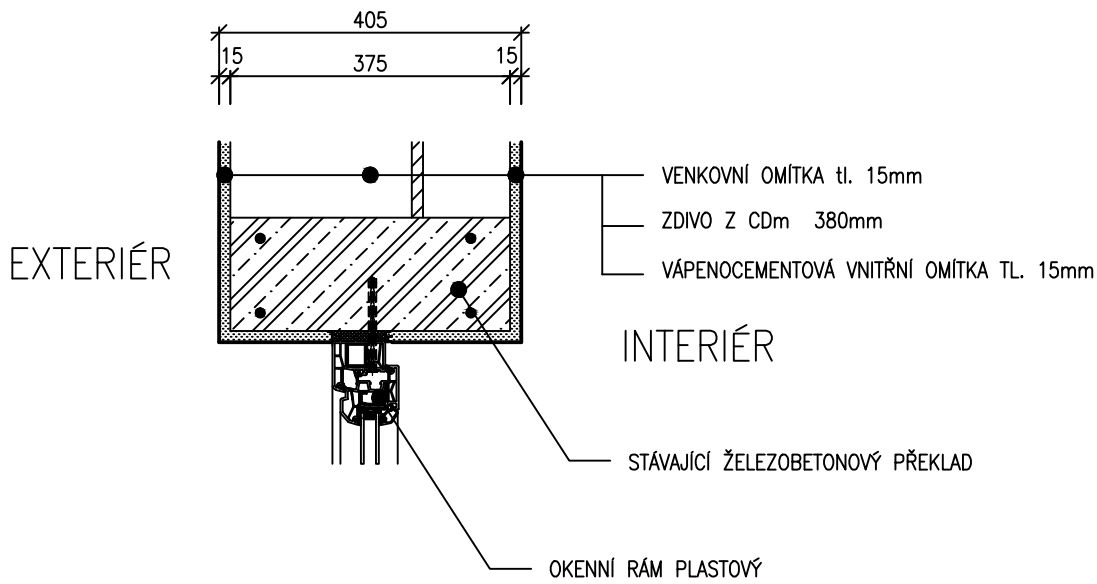


±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

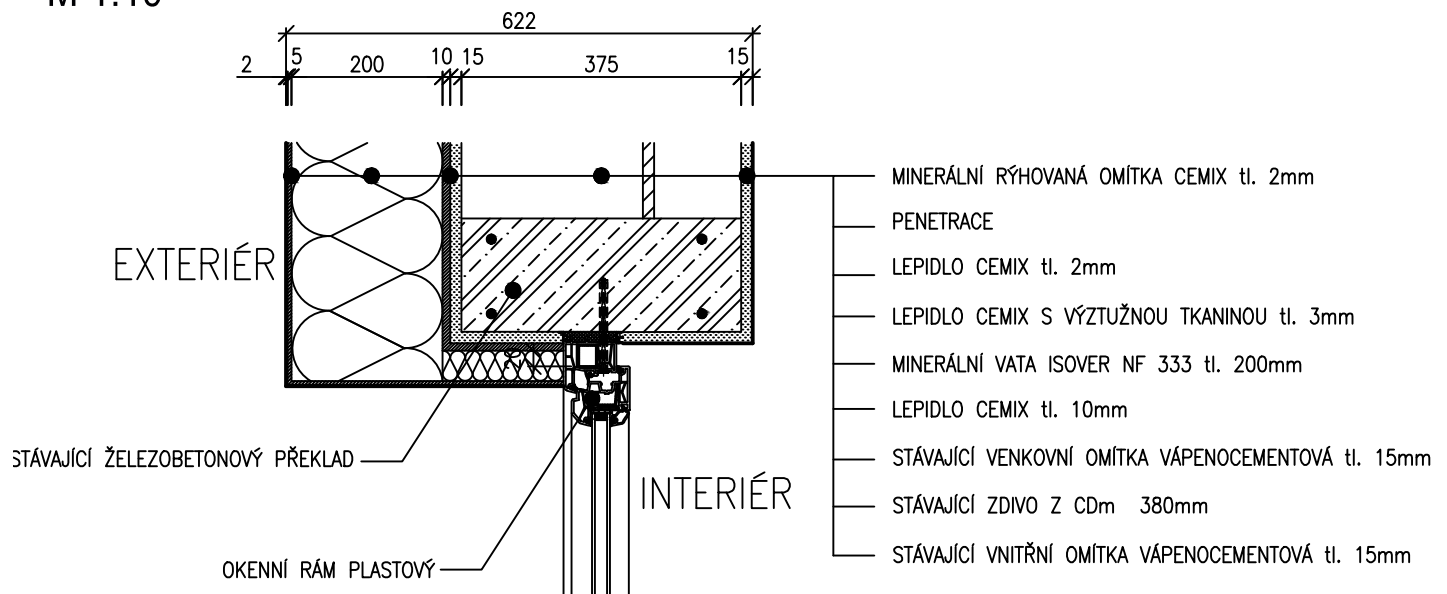
KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU	
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	
<i>Oppl LUKÁŠ</i>	<i>Oppl LUKÁŠ</i>			
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>				
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				
OBSAH: <b>DETAIL NADPRAŽÍ OKNA S OCELOVÝM RÁMEM</b>				
 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>			STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
			DATUM	06-2016
			FORMÁT	A4
			MĚŘÍTKO	1:10
			ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>VII.-A</b>	



# DETAIL NADPRAŽÍ PLAST. OKNA M 1:10



# DETAIL ZATEPLENÍ NADPRAŽÍ PLAST. OKNA M 1:10



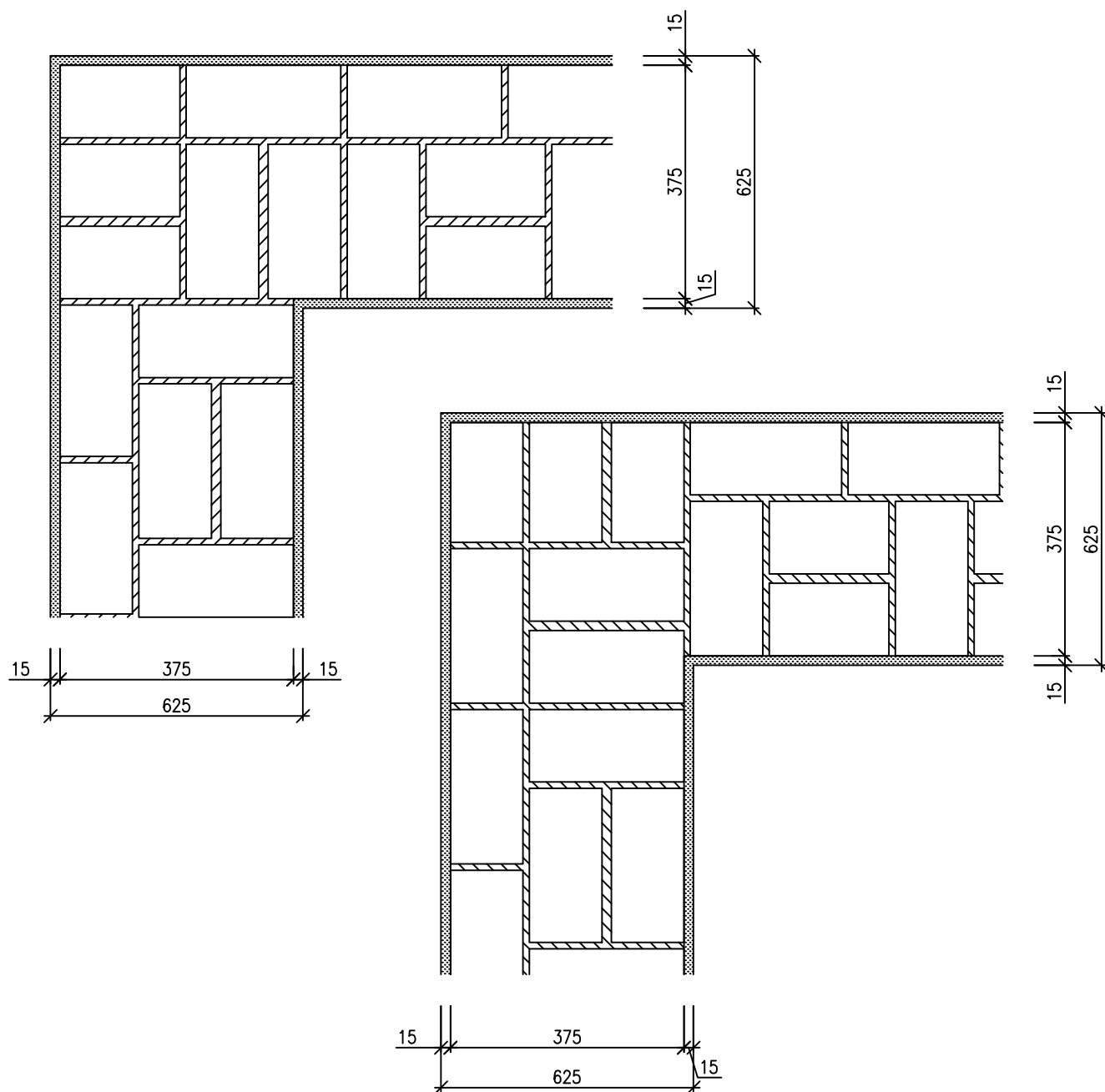
±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl LUKÁŠ</i>	<i>Oppl LUKÁŠ</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL NADPRAŽÍ PLASTOVÉHO OKNA</b>			


 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>	
STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
DATUM	06-2016
FORMÁT	A4
MĚŘÍTKO	ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>VII.-B</b>
1:10	

# DETAIL NÁROŽÍ – STÁVAJÍCÍ STAV

M 1:10

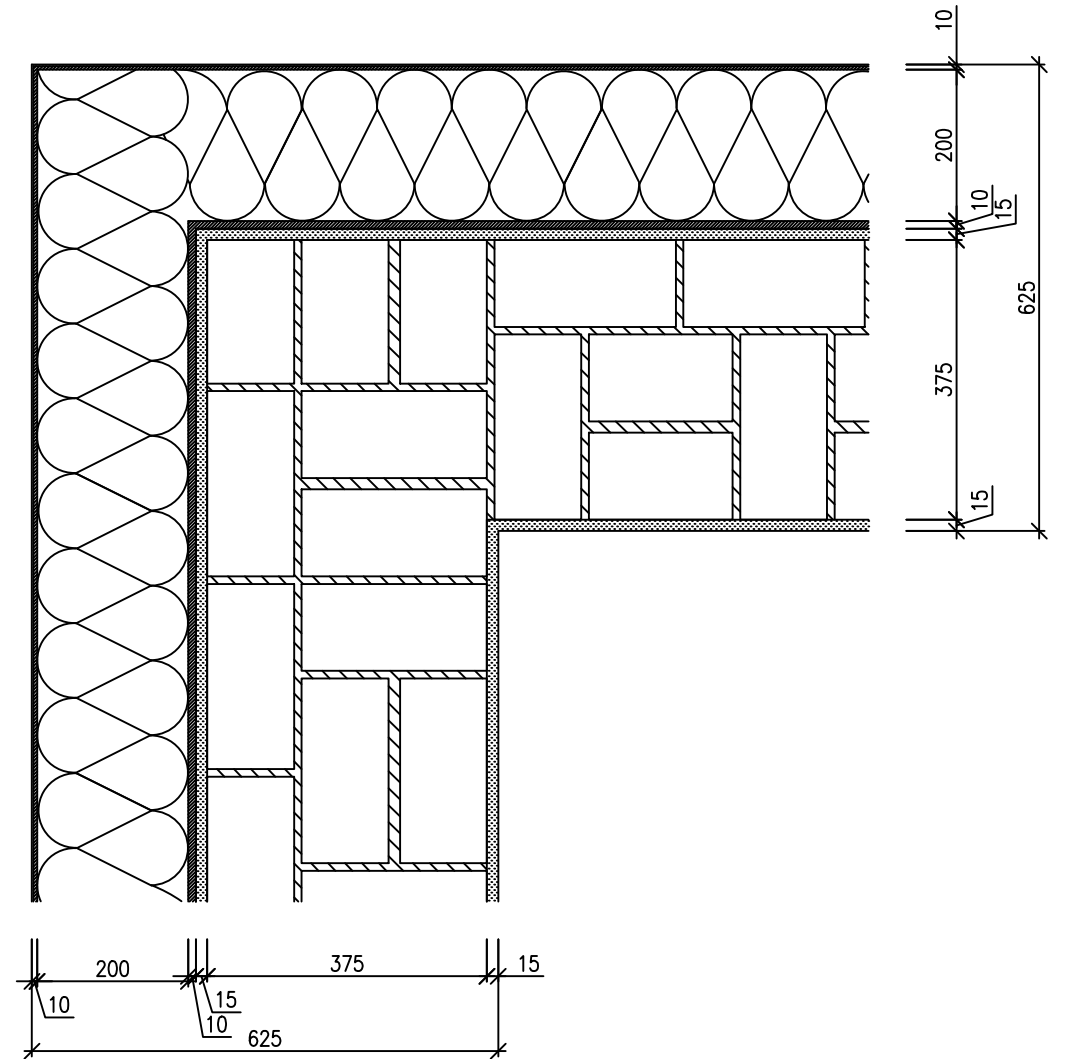
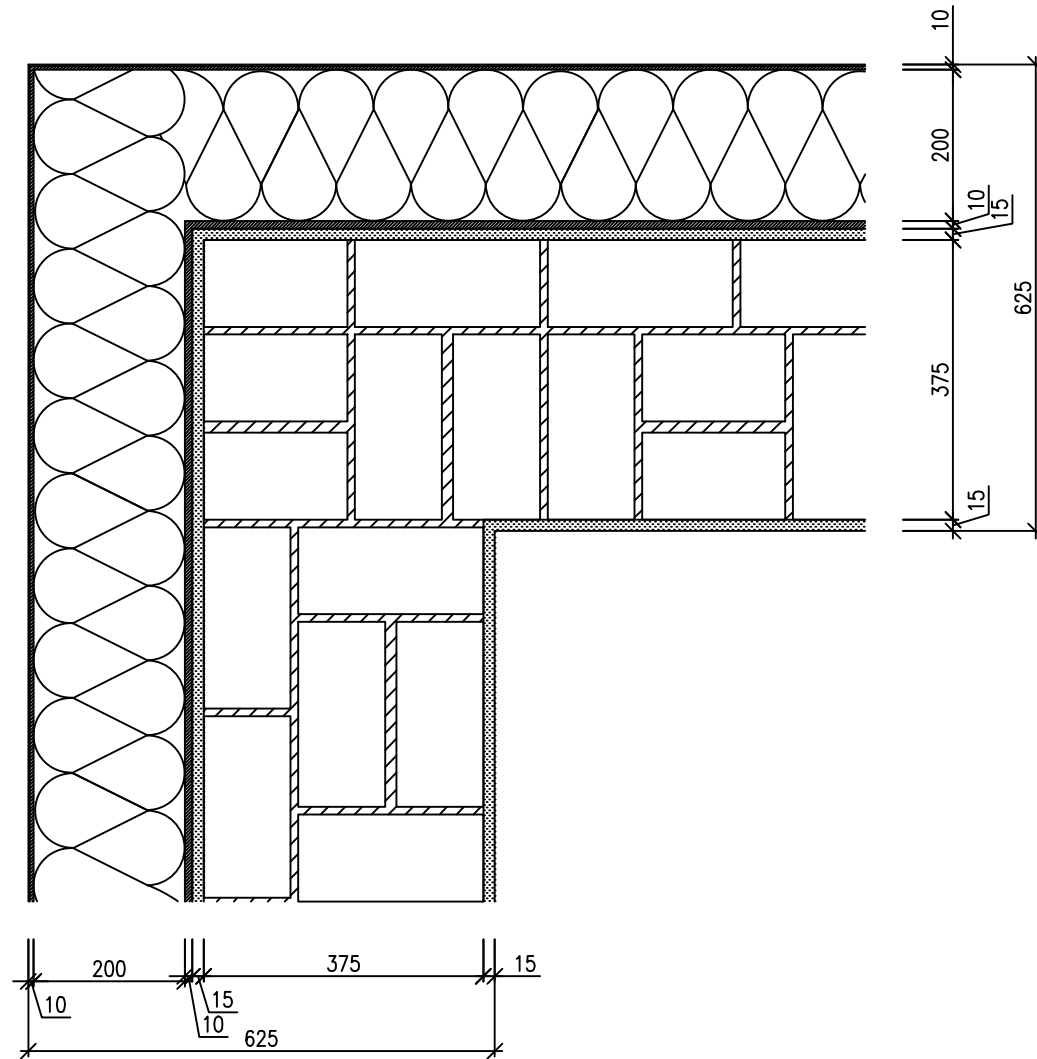


±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY


KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL NÁROŽÍ STÁVAJÍCÍ STAV</b>			
 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>		STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
		DATUM	06-2016
		FORMÁT	A4
		MĚŘÍTKO	ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>VIII.-A</b>
		1:10	

# DETAIL NÁROŽÍ – NAVRHOVANÝ STAV

M 1:10

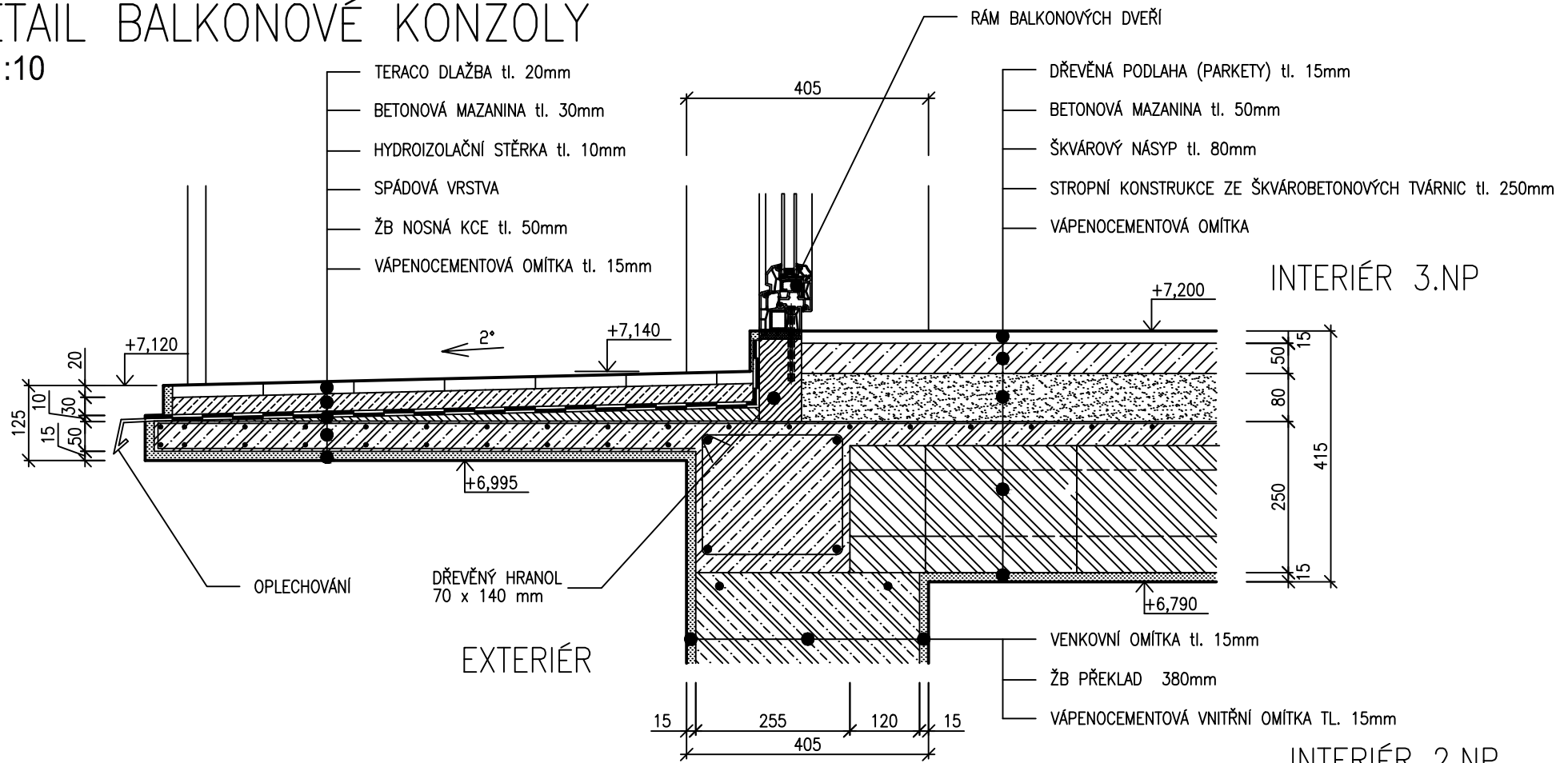


±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY


KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU	 <p>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</p>	
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.		
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>				
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				DATUM	06-2016
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>				FORMÁT	A3
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				MĚŘITKO	1:10
OBSAH: <b>DETAIL NÁROŽÍ NAVRHOVANÝ STAV</b>				ČÍSLO PŘÍLOHY:	<b>VIII.-B</b>

# DETAIL BALKONOVÉ KONZOLY

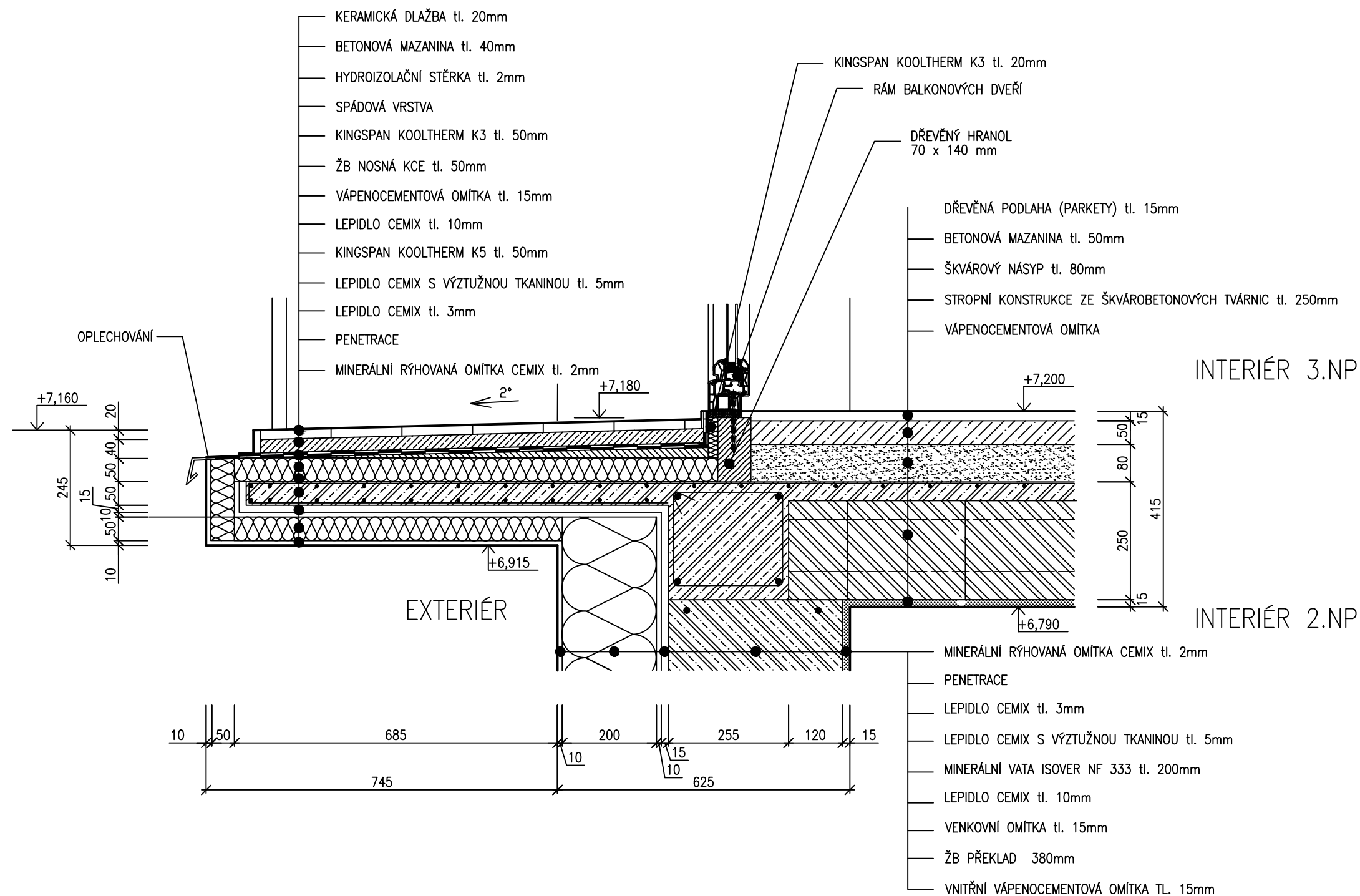
M 1:10



±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUCÍ ATELIERU	
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>			
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>				
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				
OBSAH: <b>DETAIL ŽELEZOBET. KONZOLY – STÁVAJÍCÍ STAV</b>				
			STUPEŇ: SKUTEČNÉ PŘEVEDENÍ	
			DATUM	06-2016
			FORMÁT	A4
			MĚŘÍTKO	1:10
			ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>IX.-A</b>	

# DETAIL BALKONOVÉ KONZOLY – VARIANTA I. M 1:10

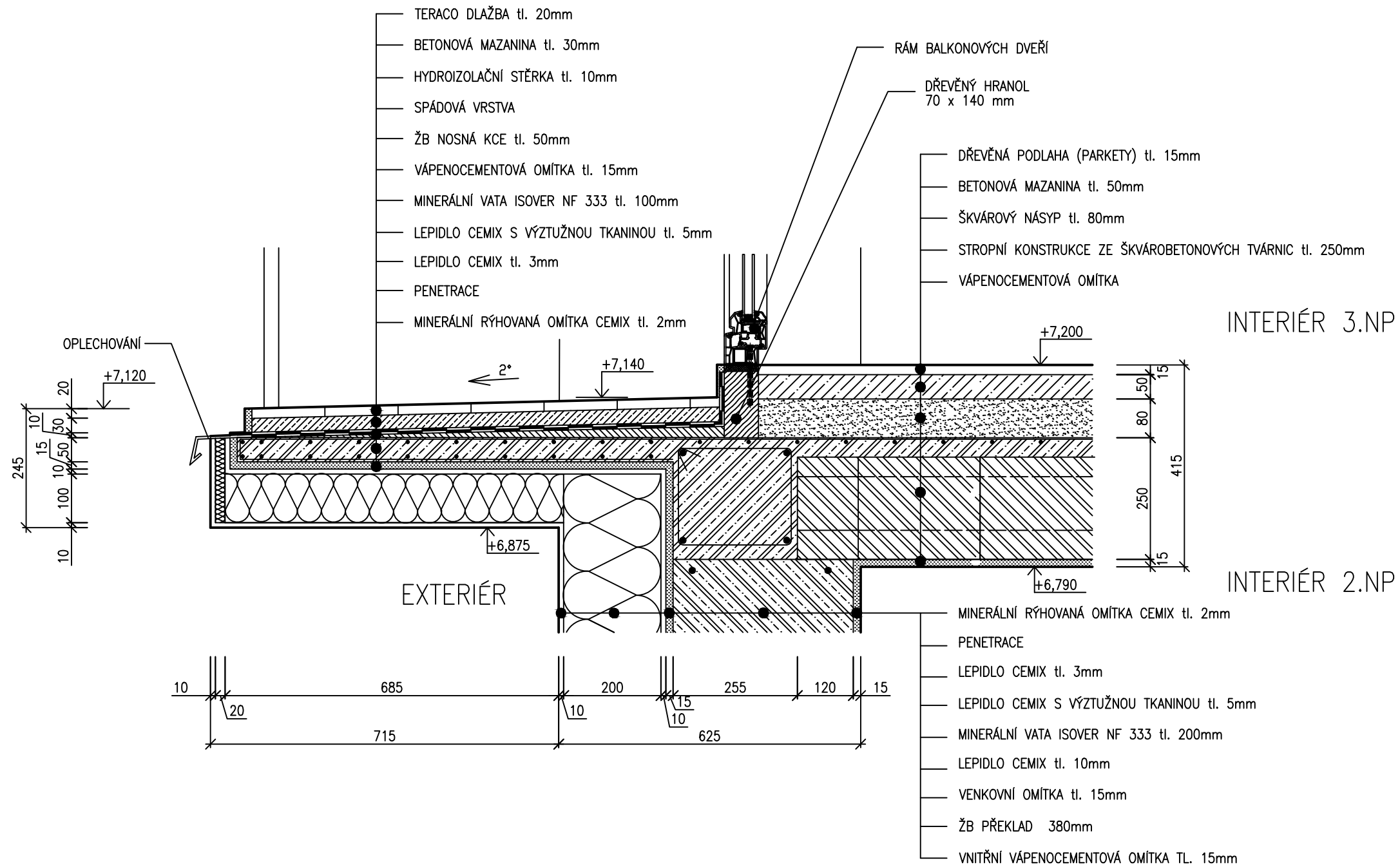


±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY


KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL ŽELEZOBET. KONZOLY – NAVRHOVANÝ STAV VARIANTA I.</b>			
STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ		ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	
DATUM	06-2016		
FORMÁT	2A4		
MĚŘITKO	1:10	ČÍSLO PŘÍLOHY:	IX.-B

# DETAIL BALKONOVÉ KONZOLY – VARIANTA II.

M 1:10

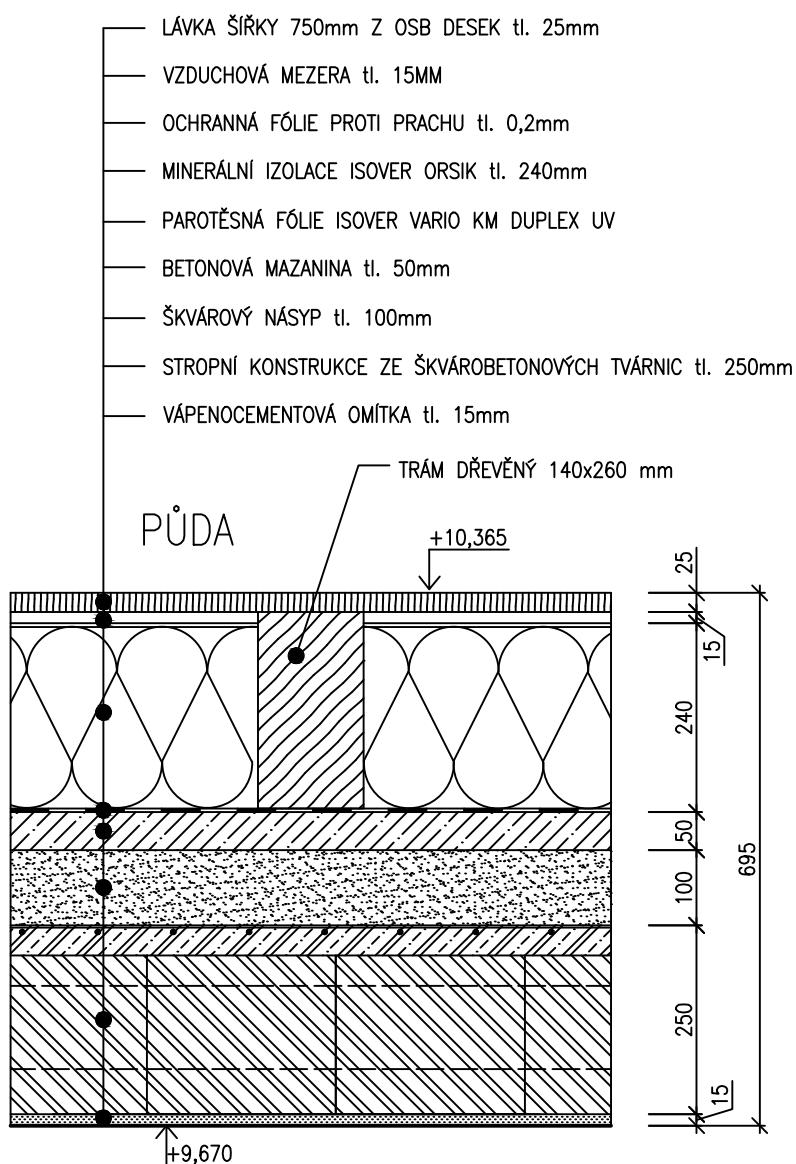


±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL ŽELEZOBET. KONZOLY – NAVRHOVANÝ STAV VARIANTA II.</b>			
		STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
		DATUM	06-2016
		FORMÁT	2A4
		MĚŘITKO	ČÍSLO PŘÍLOHY:
		1:10	<b>IX.-C</b>

# SCHÉMA KONSTRUKCE LÁVKY VE SKLADBĚ STOPNÍ KONSTRUKCE ZATEPLENÉ MINERÁLNÍ VATOU

M 1:10



INTERIÉR 3.NP

$\pm 0,000 \equiv$  ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUCÍ ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH:		<b>SCHÉMA KONSTRUKCE LÁVKY</b>	



STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ

DATUM 06-2016

FORMÁT A4

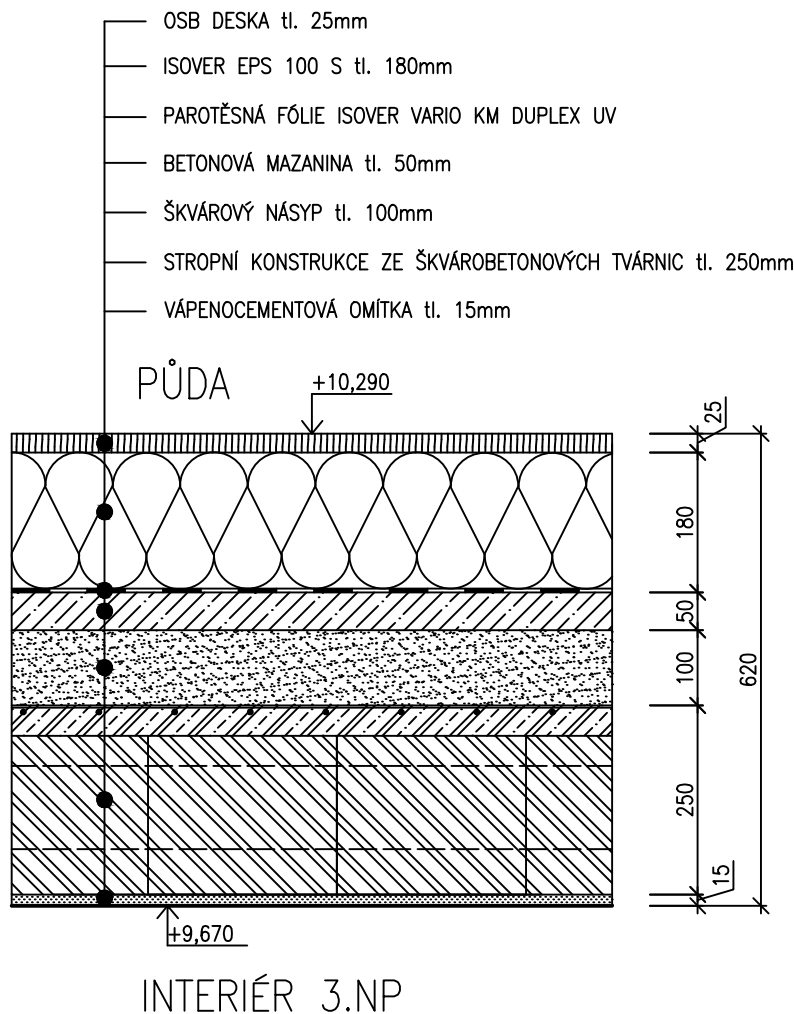
MĚŘÍTKO ČÍSLO PŘÍLOHY:

1:10

**X.-A**



# DETAIL SKLADBY STROPNÍ KONSTRUKCE ZATEPLENÉ PĚNOVÝM POLYSTYRENEM M 1:10



±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lubaš</i>	<i>Oppl Lubaš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL STROPNÍ KCE ZATEPLENÉ POMOCÍ EPS</b>			



STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ

DATUM 06-2016

FORMÁT A4

MĚŘÍTKO ČÍSLO PŘÍLOHY:

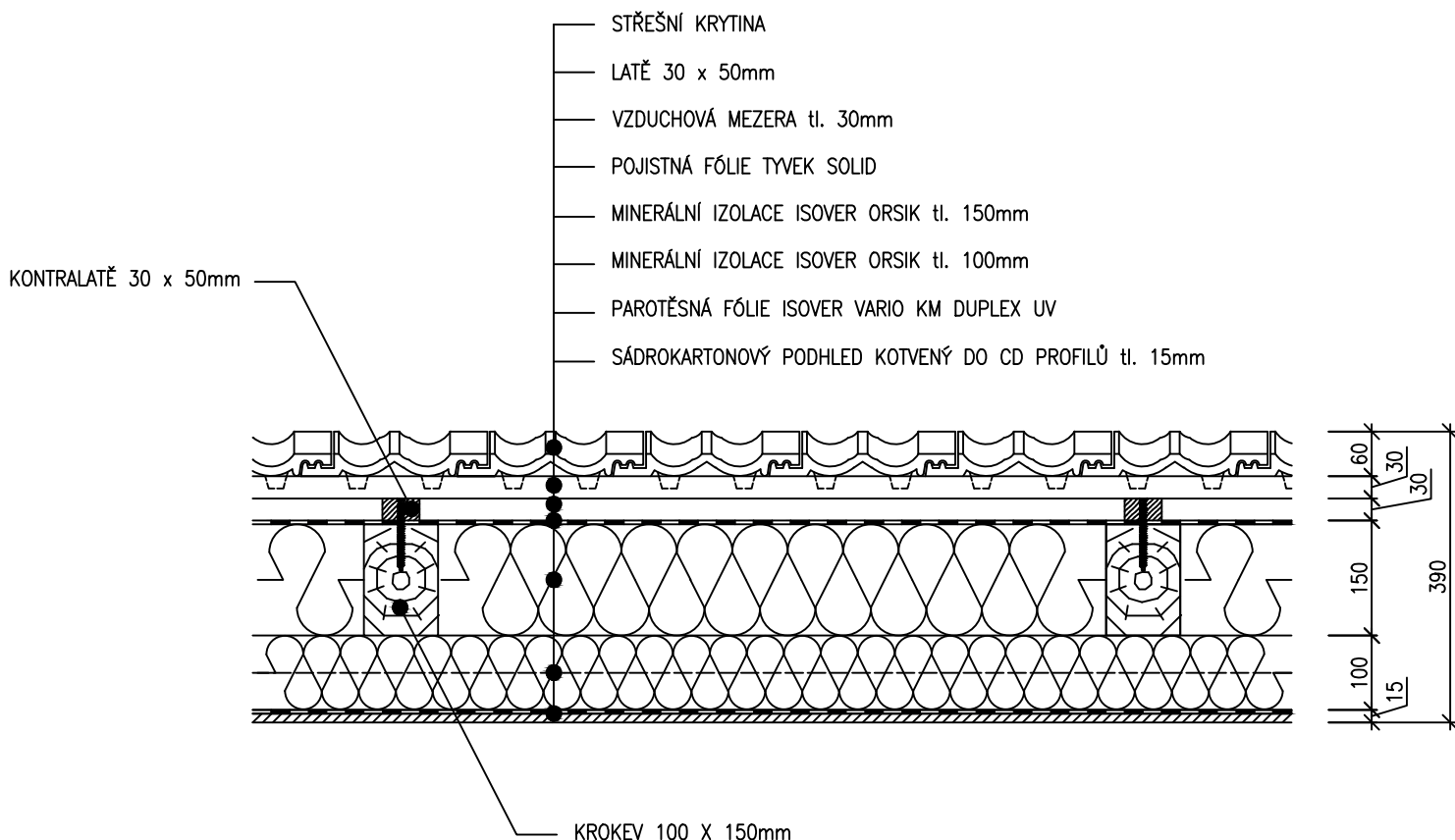
1:10

**X.-B**




# DETAIL SKLADBY MEZI A PODKROKEVNÍHO ZATEPLENÍ STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ

M 1:10

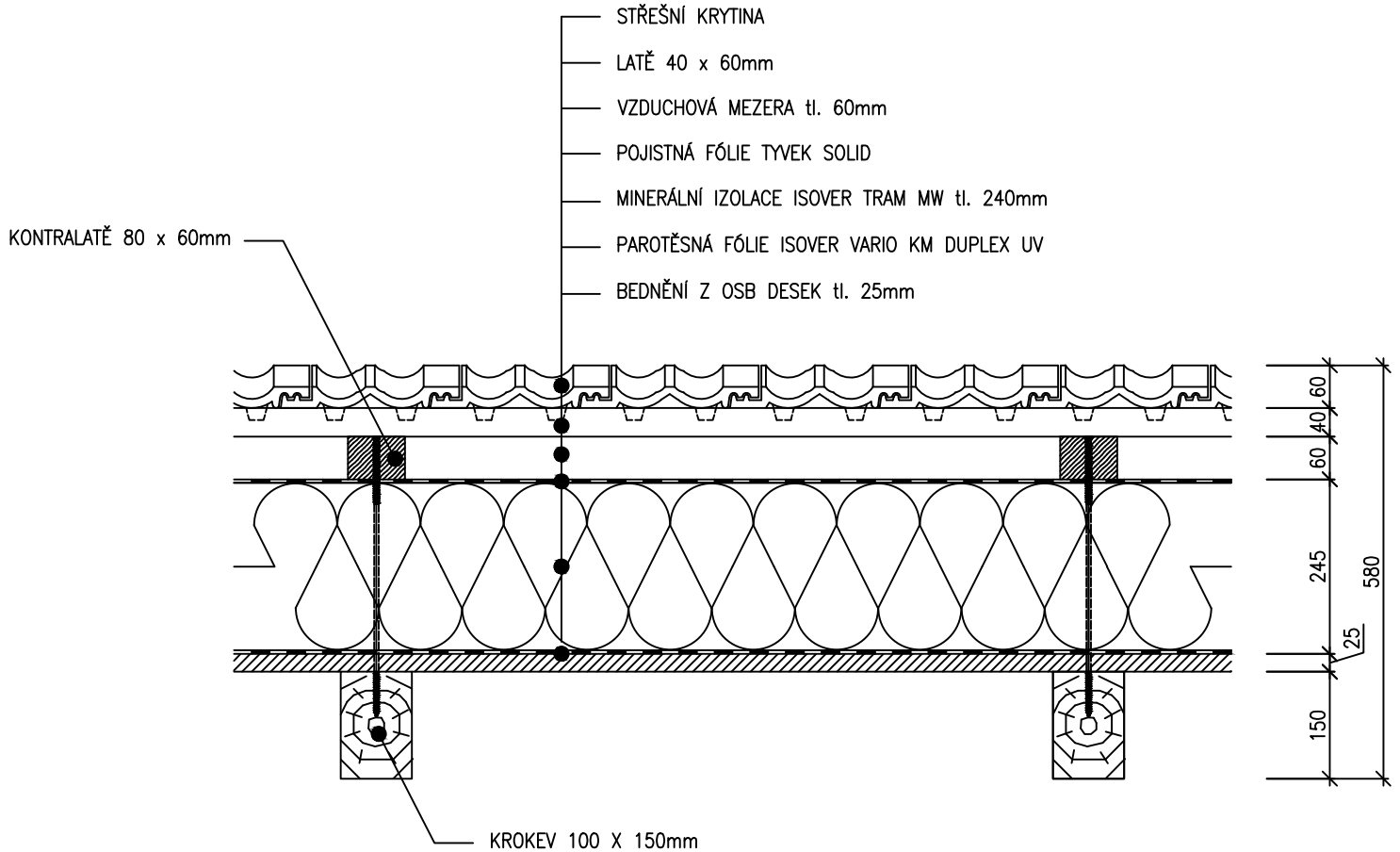


±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY


KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU	 <p><b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b></p>
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>			
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>				DATUM: 06-2016
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				FORMÁT: A4
OBSAH: <b>MEZI A PODKROKEVNÍ ZATEPLENÍ STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ</b>				MĚŘÍTKO: 1:10 ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XI.-A</b>

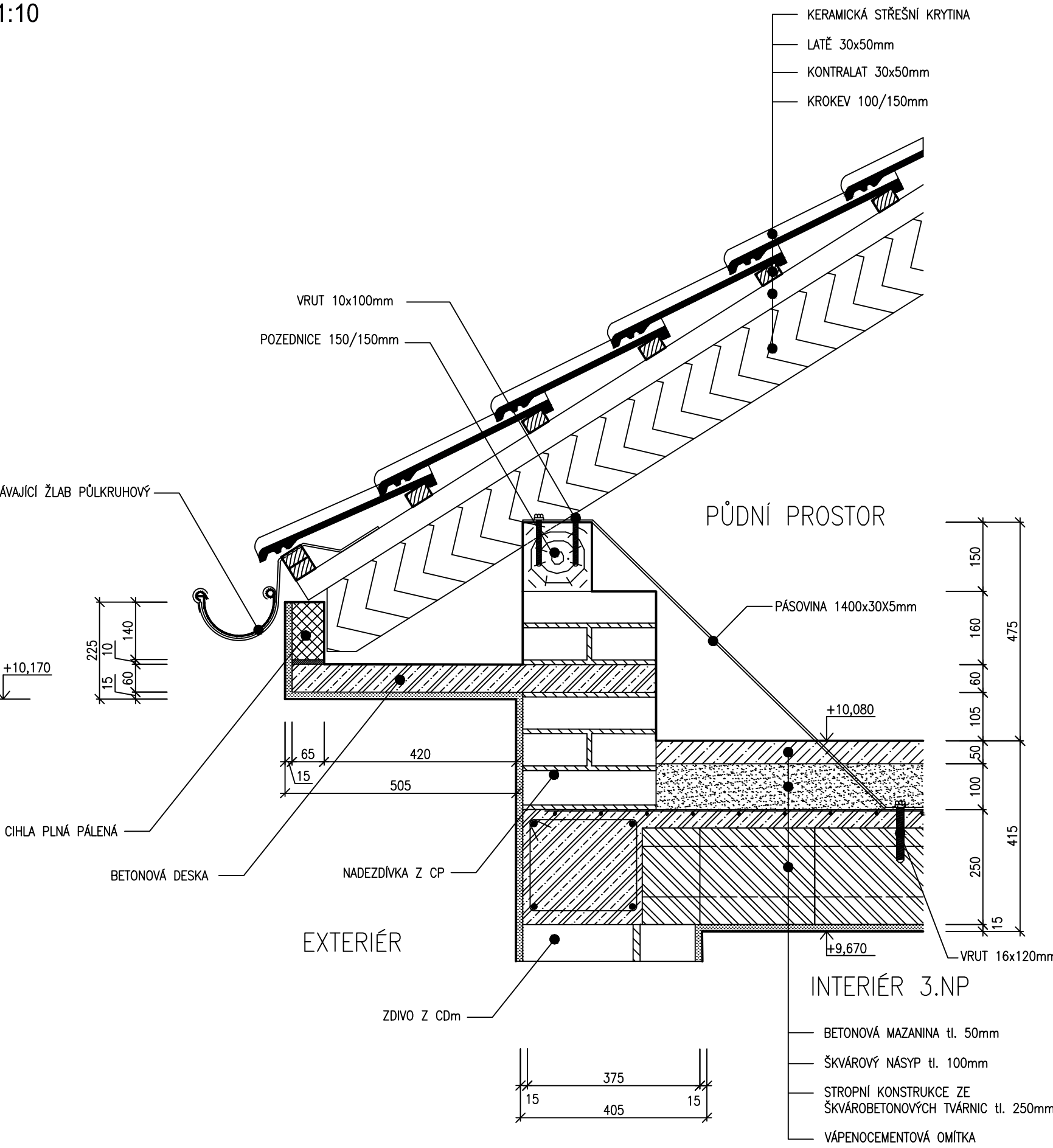
# DETAIL SKLADBY NADKROKEVNÍHO ZATEPLENÍ STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ

M 1:10




±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>NADKROKEVNÍ ZATEPLENÍ STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ</b>			
 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>		STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
		DATUM	06-2016
		FORMÁT	A4
		MĚŘÍTKO	ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XI.-B</b>
		1:10	



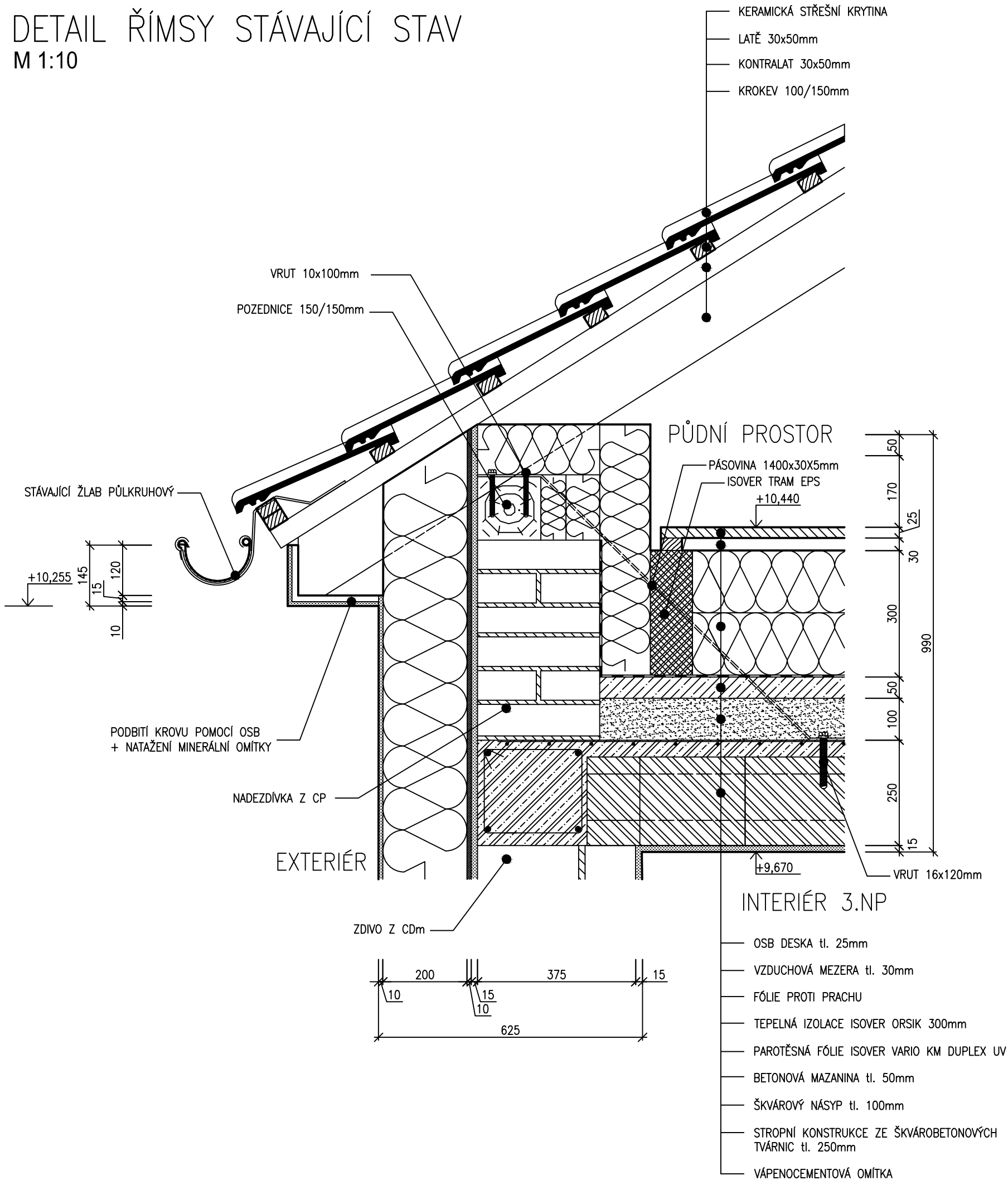
±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL ZATEPLENÍ ŘÍMSY</b>			

	
DATUM	06-2016
FORMÁT	2A4
MĚŘITKO	ČÍSLO PŘÍLOHY:
1:10	<b>XII.-A</b>

# DETAIL ŘÍMSY STÁVAJÍCÍ STAV

## M 1:10



±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL ZATEPLENÍ ŘÍMSY – VARIANTA I.</b>			



STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ

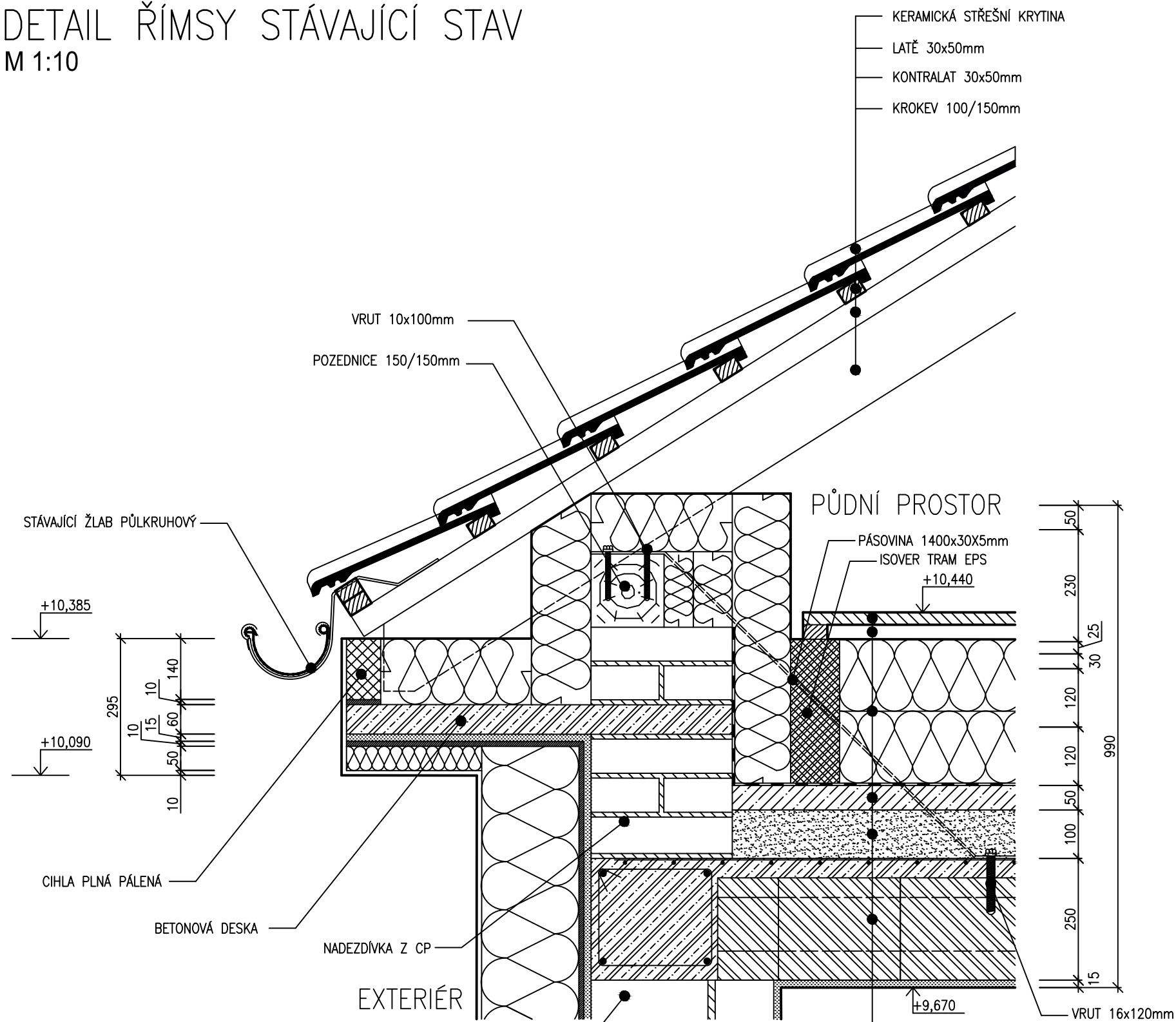
DATUM: 06-2016

FORMÁT: 2A4

MĚŘITKO: 1:10

ČÍSLO PŘÍLOHY: XII.-B

# DETAIL ŘÍMSY STÁVAJÍCÍ STAV M 1:10



±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUCÍ ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			

AKCE:	<b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>
MÍSTO STAVBY:	VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE
OBSAH:	<b>DETAIL ZATEPLENÍ ŘÍMSY – VARIANTA II.</b>

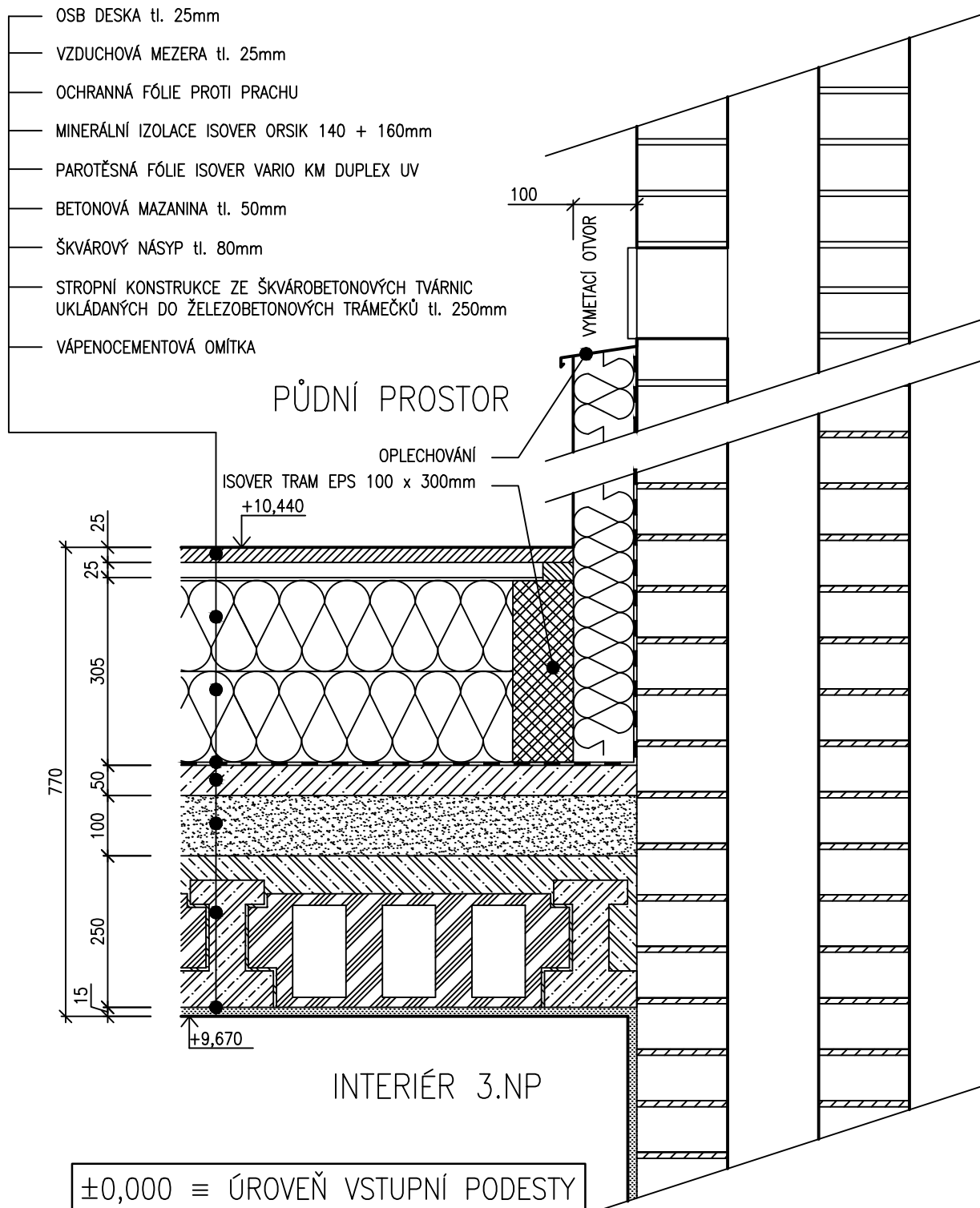


STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
DATUM	06-2016
FORMÁT	2A4
MĚŘITKO	1:10
ČÍSLO PŘÍLOHY:	<b>XII.-C</b>

- OSB DESKA tl. 25mm
- VZDUCHOVÁ MEZERA tl. 30mm
- FÓLIE PROTI PRACHU
- TEPEL. IZOLACE ISOVER ORSIK 300mm
- PAROTĚSNÁ FÓLIE ISOVER VARIO KM DUPLEX UV
- BETONOVÁ MAZANINA tl. 50mm
- ŠKVÁROVÝ NÁSYP tl. 100mm
- STROPNÍ KONSTRUKCE ZE ŠKVÁROBETONOVÝCH TVÁRNIC tl. 250mm
- VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA

# DETAIL ZATEPLENÍ KOMÍNOVÉHO TĚLESA

M 1:10



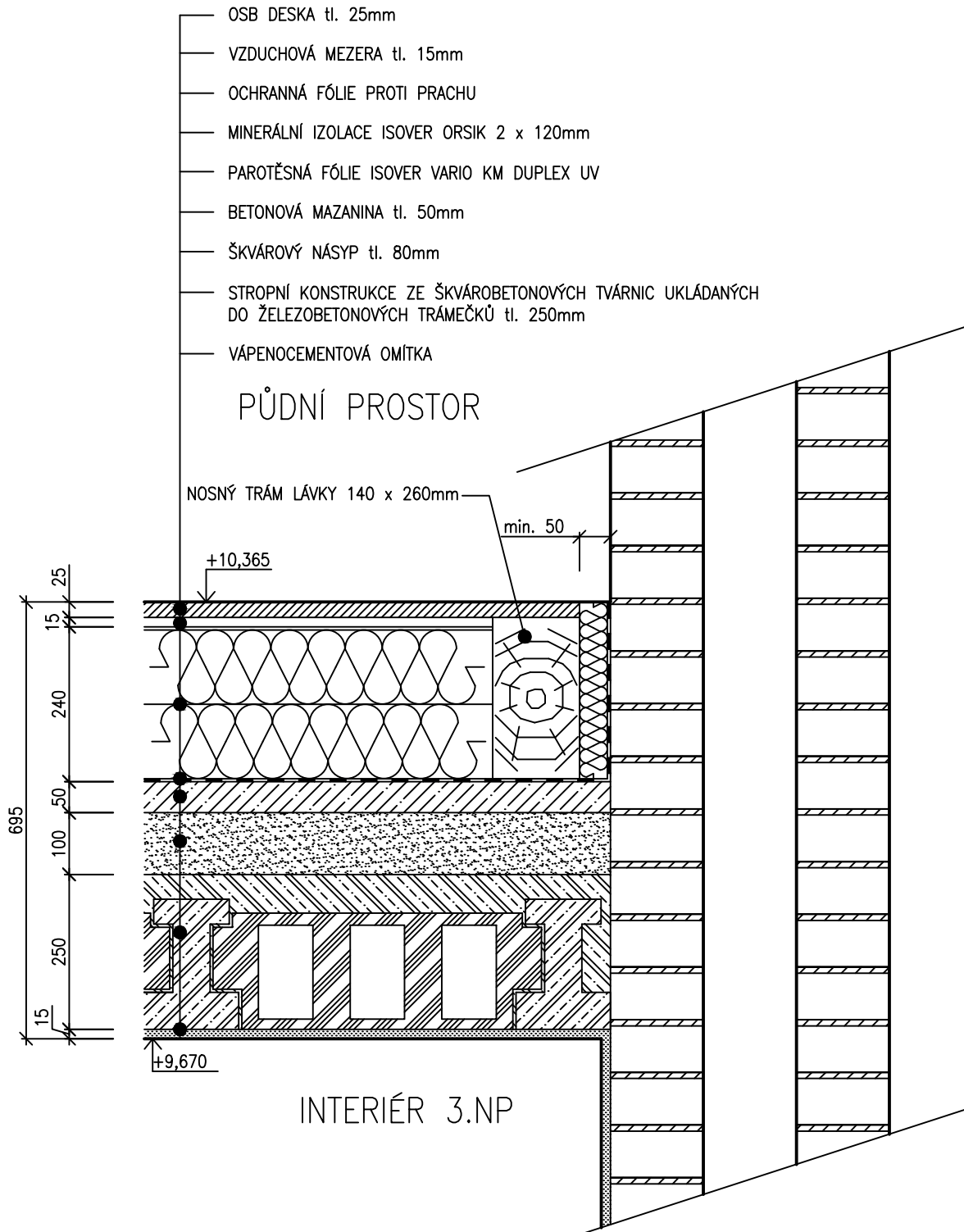
KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl LUKÁŠ</i>	<i>Oppl LUKÁŠ</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL ZATEPLENÍ KOMÍNOVÉHO TĚLESEA</b>			

 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>	
STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
DATUM	06-2016
FORMÁT	A4
MĚŘITKO	ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XIII.-A</b>
1:10	



# DETAIL KONSTRUKCE LÁVKY U KOMÍN. TĚLESA

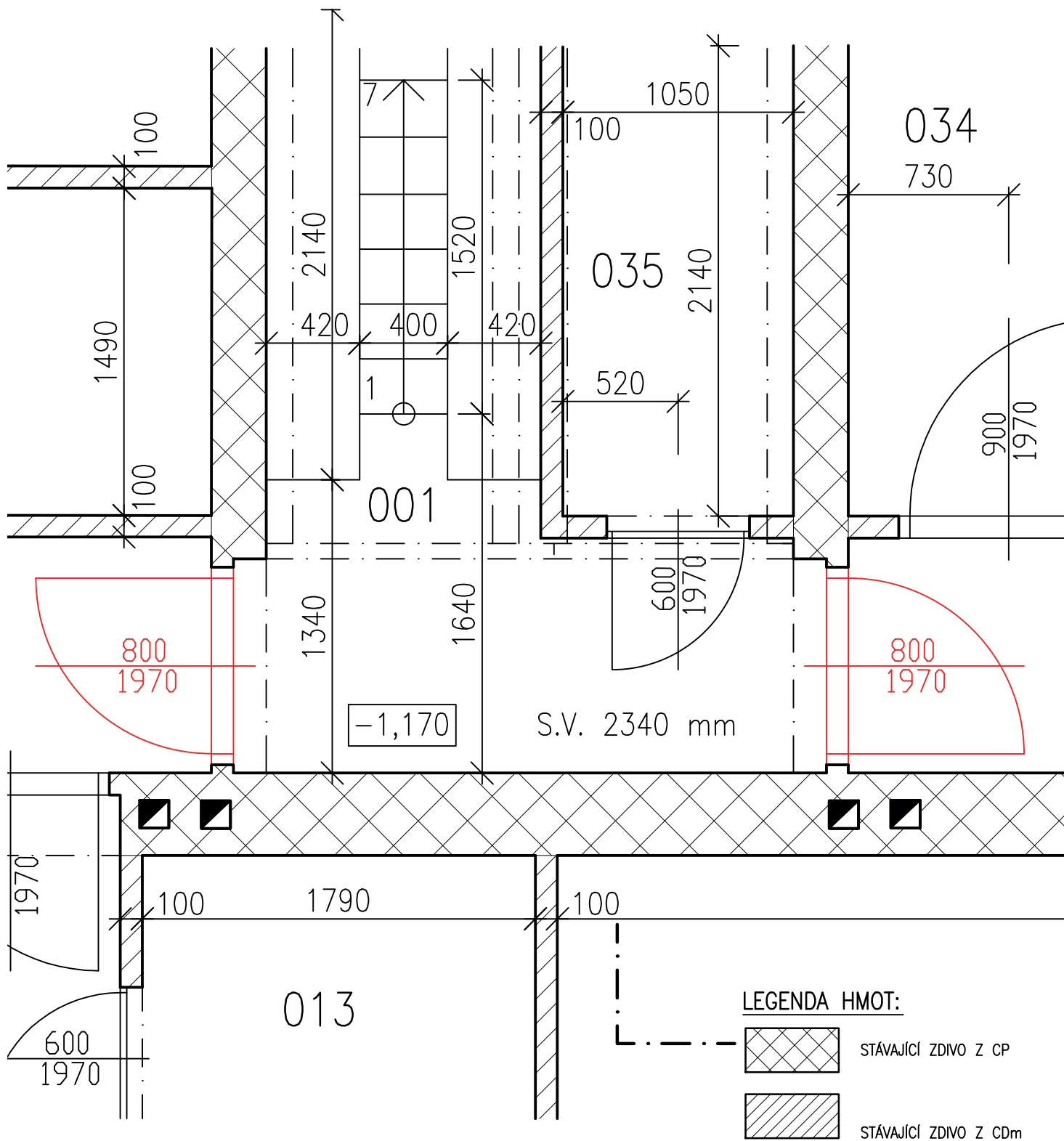
M 1:10



±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL ZAKONČENÍ TEPL. IZOLACE A LÁVKY U KOMÍN. TĚLESA</b>			

 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>	
STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
DATUM	06-2016
FORMÁT	A4
MĚŘITKO	ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XIII.-B</b>
1:10	



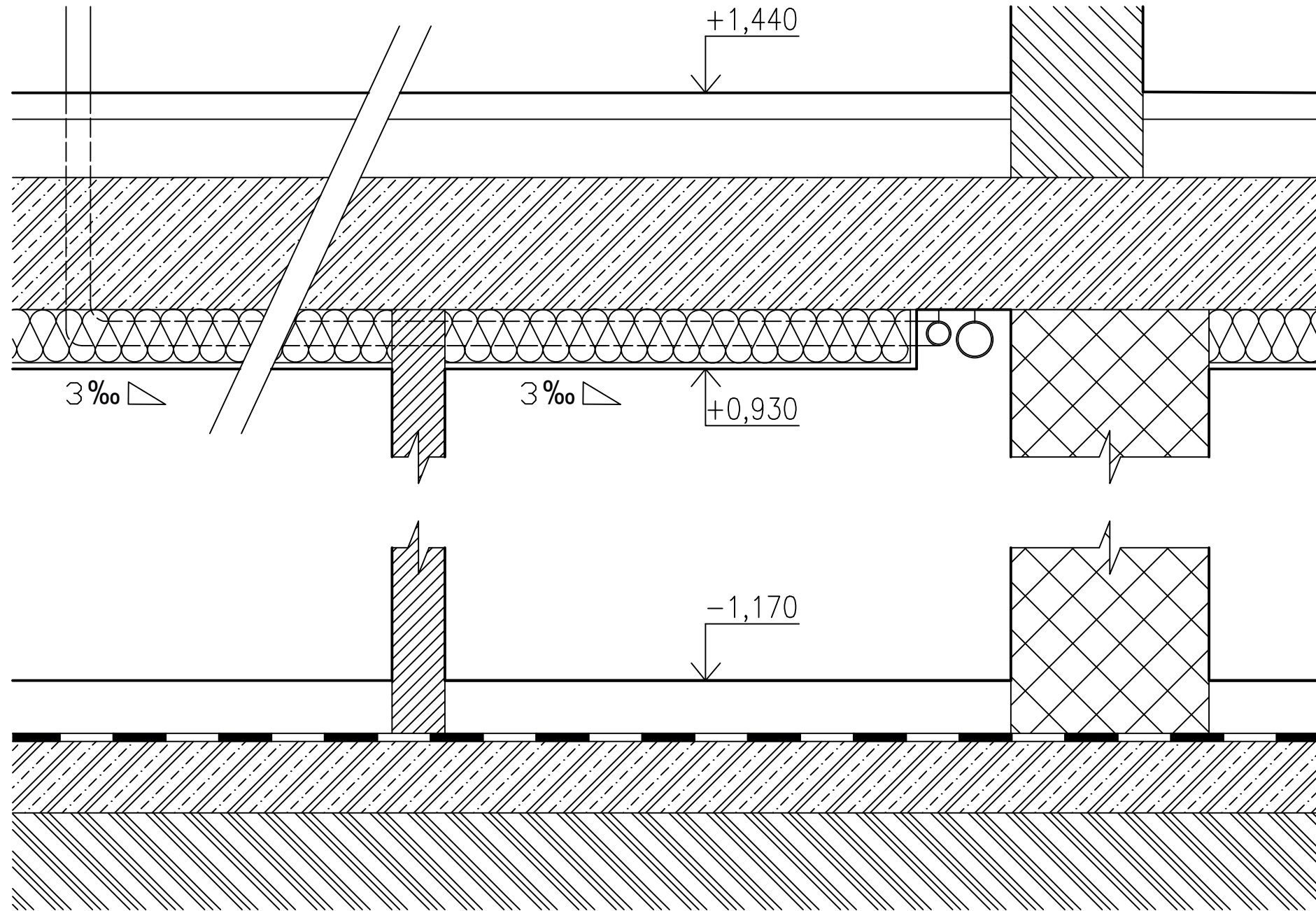
±0,000 ≡ ÚROVEŇ PODLAHY I.NP

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lubaš</i>	<i>Oppl Lubaš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>NÁVRH UMÍSTĚNÍ DVEŘÍ DO SKLEPNÍCH PROSTORŮ</b>			


 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>	
STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
DATUM	06-2016
FORMÁT	A4
MĚŘÍTKO	ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XIV.</b>
1:25	



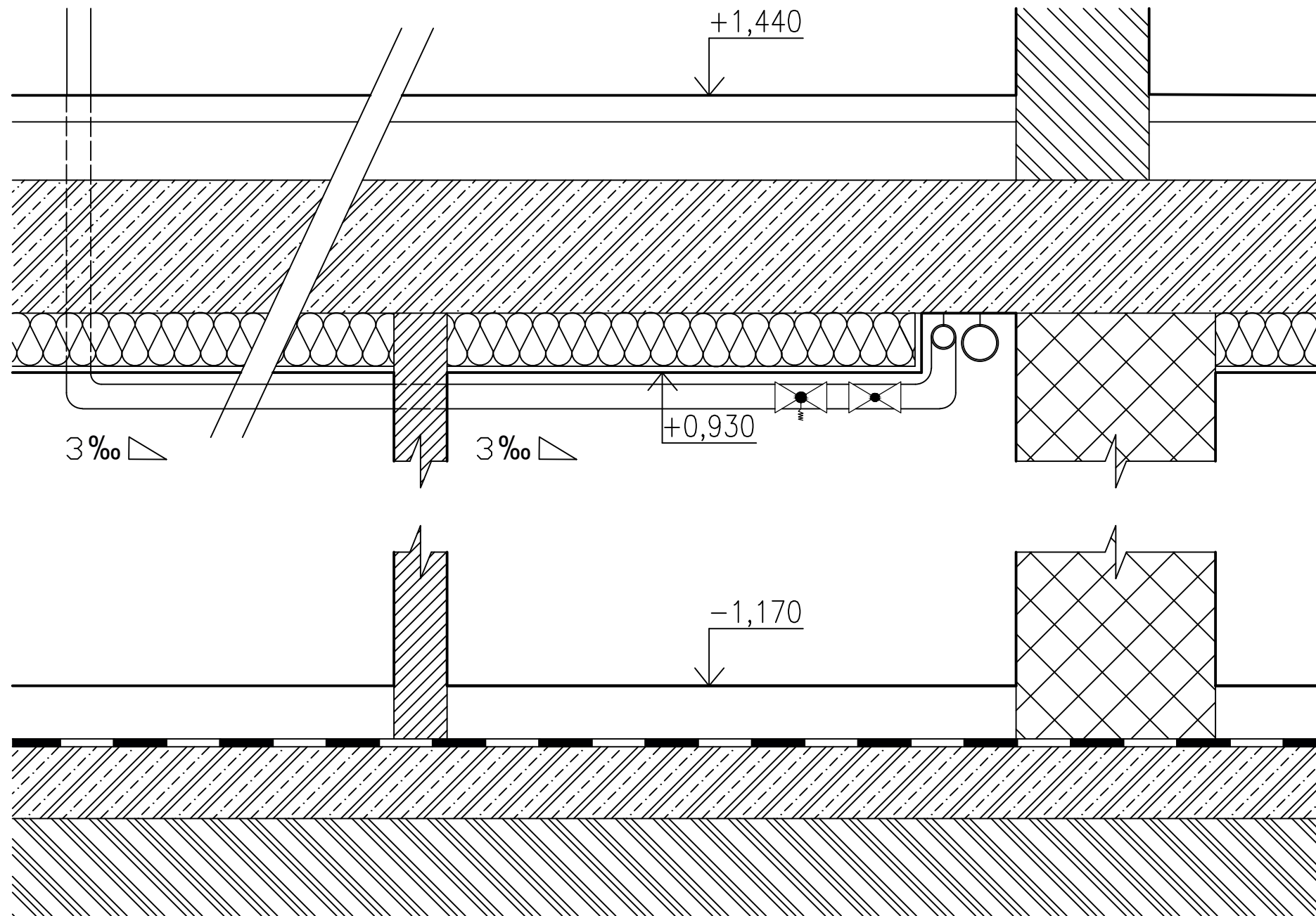
NÁVRH ŘEŠENÍ PODHLEDU VŮČI VEDENÍ VODOVOD. POTRUBÍ I.  
M 1:10




±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL ŘEŠENÍ PODHLEDU – VARIANTA I.</b>			
		STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
		DATUM	06-2016
		FORMÁT	2A4
MĚŘITKO	1:10	ČÍSLO PŘÍLOHY:	<b>XV.-A</b>

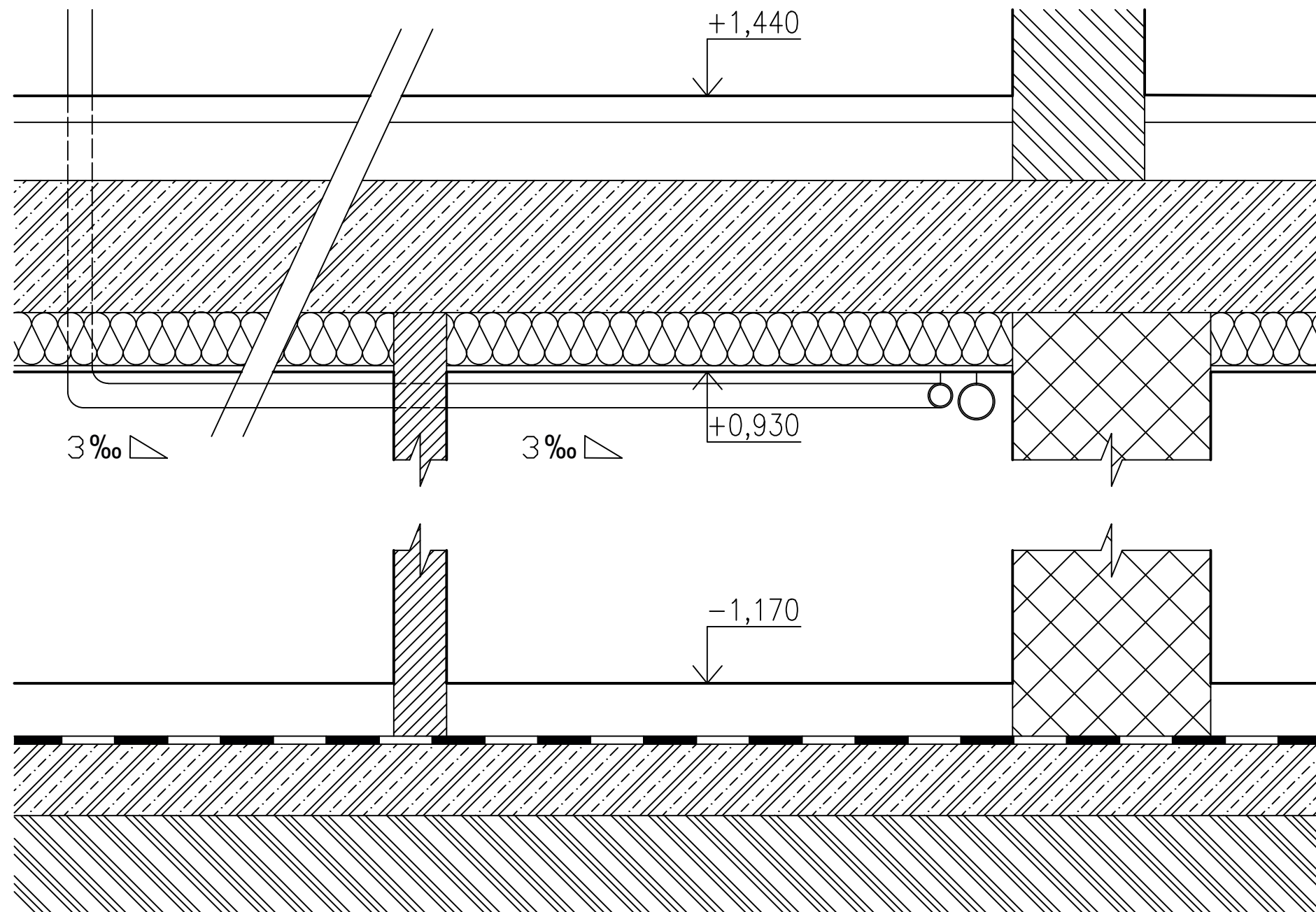
NÁVRH ŘEŠENÍ PODHLEDU VŮČI VEDENÍ VODOVOD. POTRUBÍ II.  
M 1:10




±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL ŘEŠENÍ PODHLEDU – VARIANTA II.</b>			
		STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
		DATUM	06-2016
		FORMÁT	2A4
		MĚŘITKO	1:10
		ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XV.-B</b>	

NÁVRH ŘEŠENÍ PODHLEDU VŮČI VEDENÍ VODOVOD. POTRUBÍ III.  
M 1:10



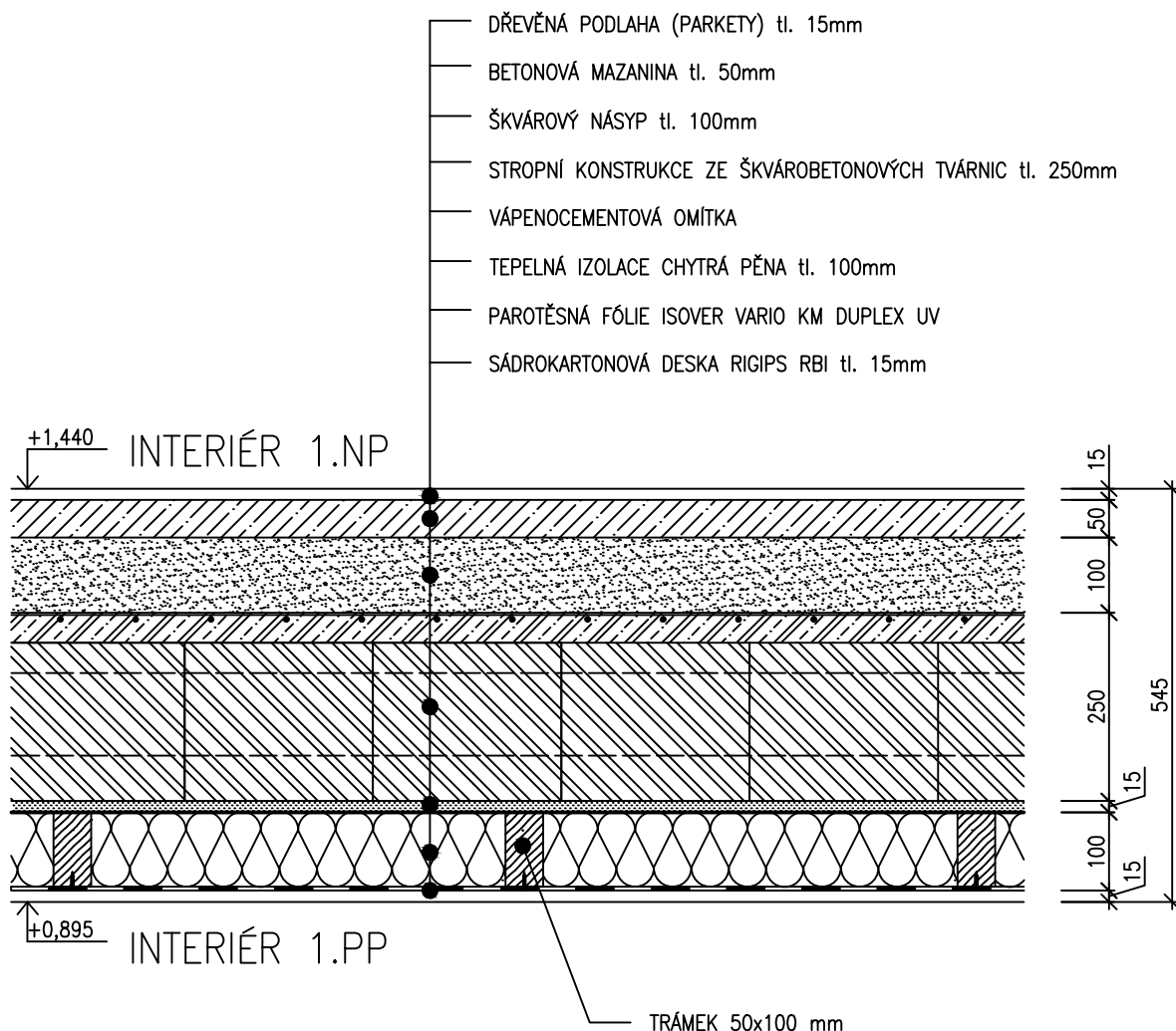
±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL ŘEŠENÍ PODHLEDU – VARIANTA III.</b>			
		STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
		DATUM	06-2016
		FORMÁT	2A4
MĚŘITKO	1:10	ČÍSLO PŘÍLOHY:	<b>XV.-C</b>

# DETAIL SKLADBY STROPNÍ KCE. 1.PP

## TEPELNÁ IZOLACE = CHYTRÁ PĚNA

M 1:10



±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lubaš</i>	<i>Oppl Lubaš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL SKLADBY STROPNÍ KCE 1.PP. S POUŽITÍM CHYTRÉ PĚNY</b>			

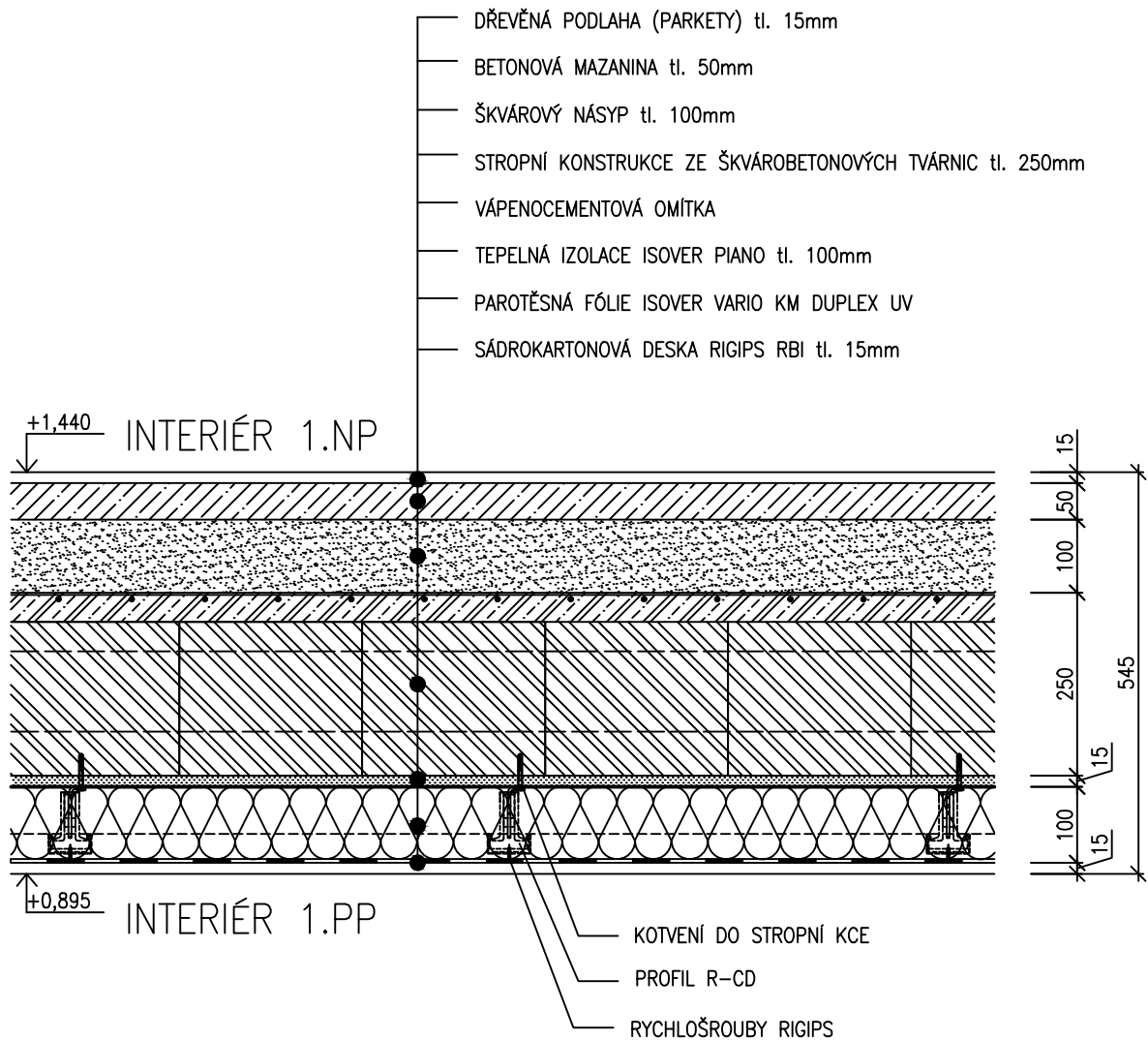


**ZÁPADOČESKÁ  
UNIVERZITA  
V PLZNI**

STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ

DATUM	06-2016
FORMÁT	A4
MĚŘÍTKO	ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XVI.-A</b>

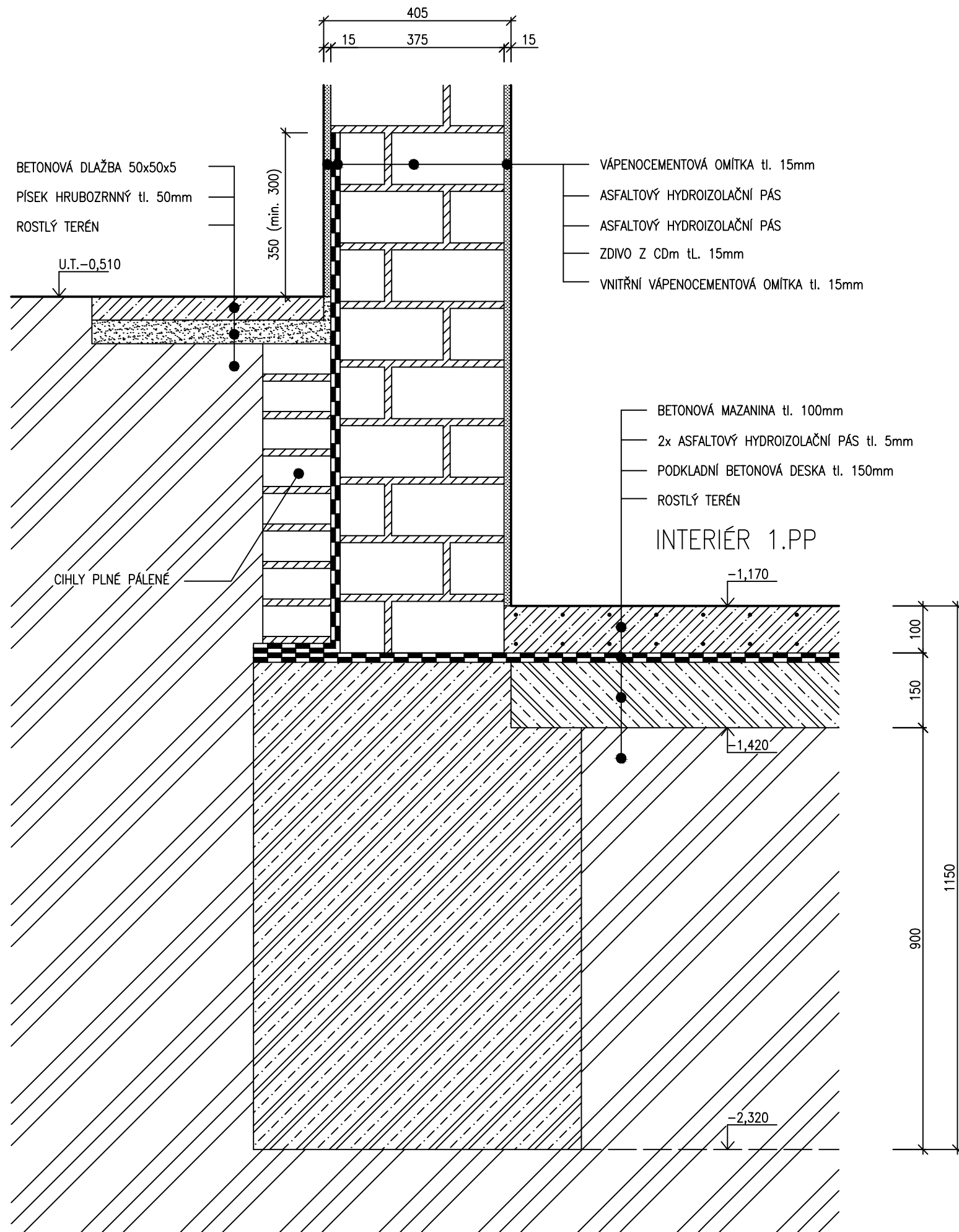
# DETAIL SKLADBY STROPNÍ KCE. 1.PP TEPELNÁ IZOLACE = MINERÁLNÍ VATA M 1:10



±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL SKLADBY STROPNÍ KCE 1.PP. S POUŽITÍM MINERAL. VATY</b>			

 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>			
		STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
DATUM	06-2016		
FORMÁT	A4		
MĚŘÍTKO	1:10	ČÍSLO PŘÍLOHY:	<b>XVI.-B</b>



±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH:		MĚŘITKO	ČÍSLO PŘÍLOHY:
<b>DETAIL ZATEPLENÍ SUTERÉNNÍ STĚNY – STÁVAJÍCÍ STAV</b>		1:10	<b>XVII.-A</b>



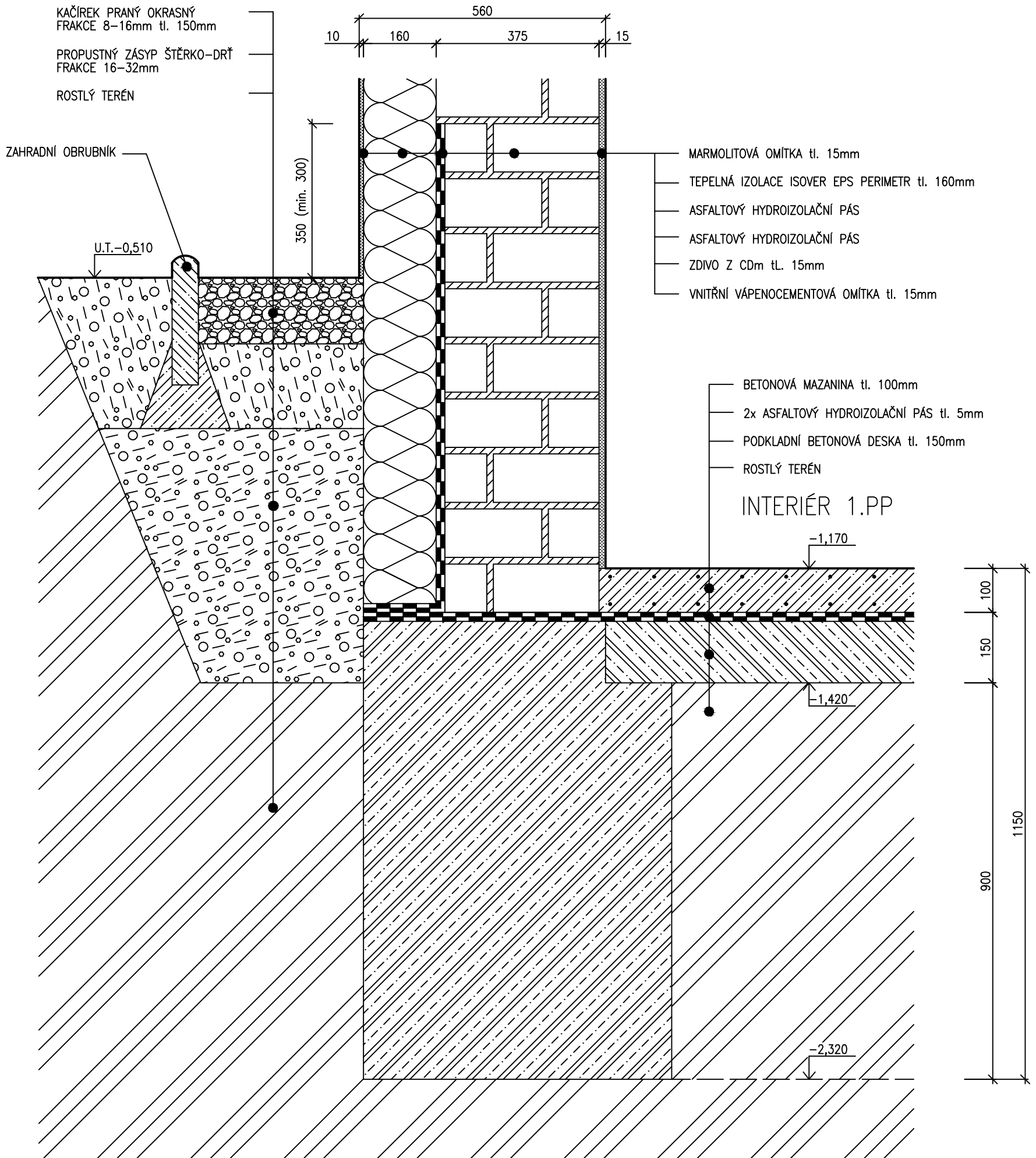
STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ

DATUM 06-2016

FORMÁT 2A4

ČÍSLO PŘÍLOHY: XVII.-A



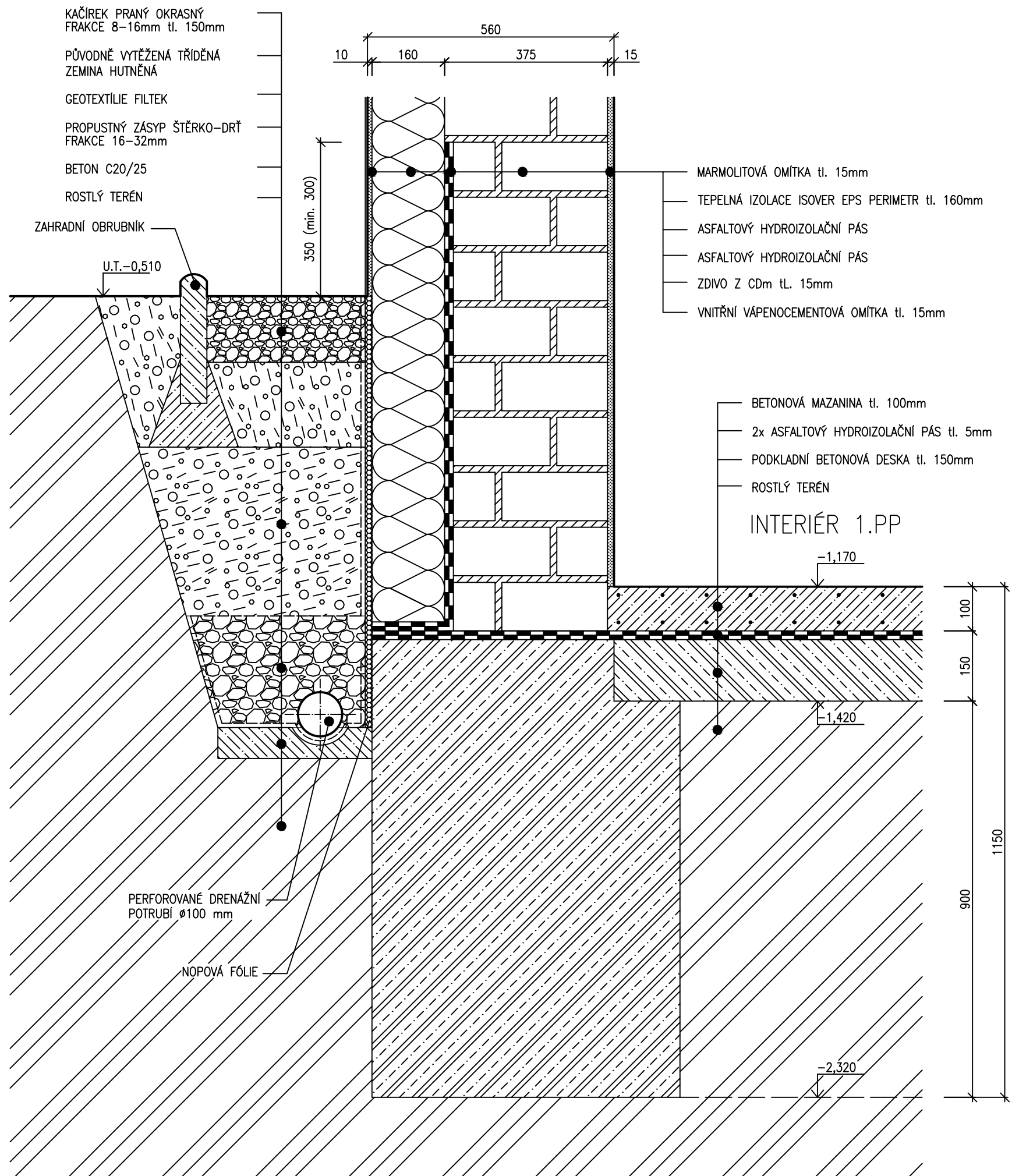


±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL ZATEPLENÍ SUTERÉNNÍ STĚNY – NAVRHOVANÝ STAV VARIANTA I.</b>			



STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
DATUM	06-2016
FORMÁT	2A4
MĚŘITKO	ČÍSLO PŘÍLOHY:
1:10	<b>XVII.-B</b>



±0,000 ≡ ÚROVEŇ VSTUPNÍ PODESTY

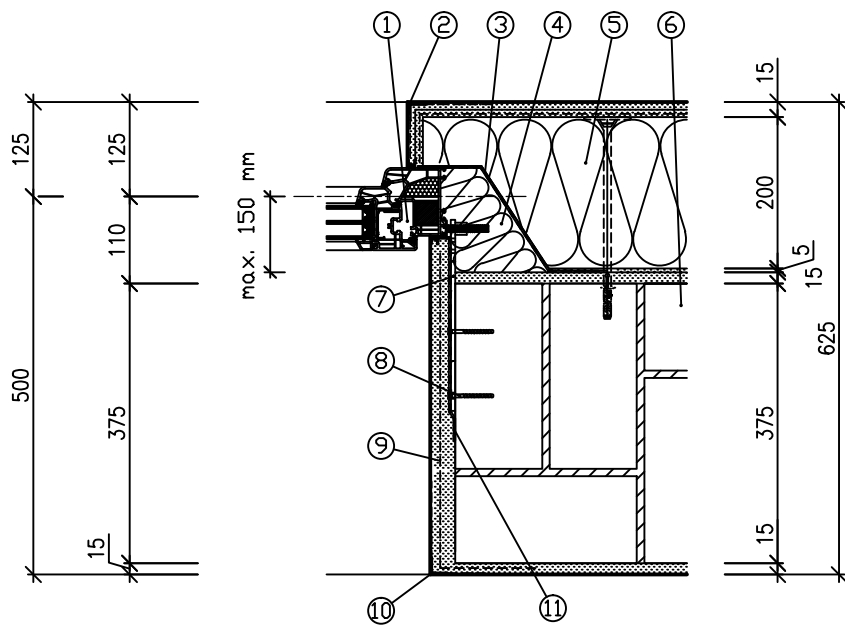
KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL ZATEPLNÍ SUTERÉNNÍ STĚNY – NAVRHOVANÝ STAV VARIANTA II.</b>			



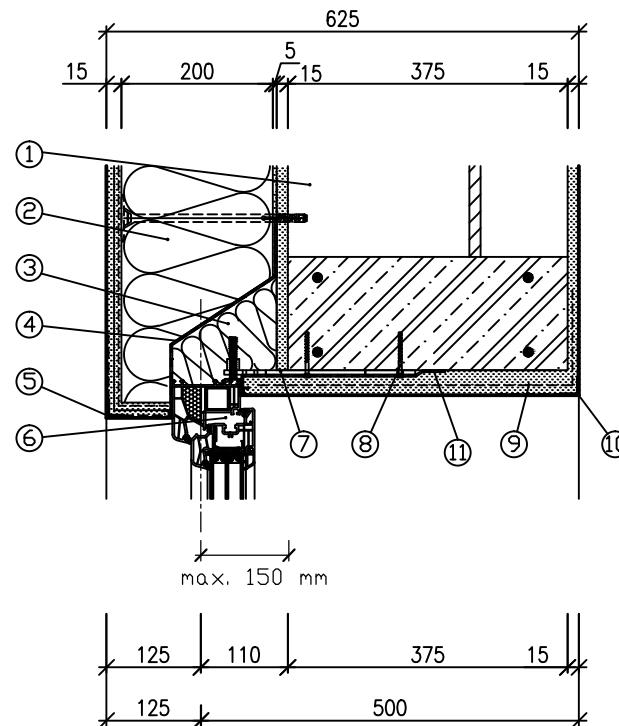
STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
DATUM	06-2016
FORMÁT	2A4
MĚŘITKO	ČÍSLO PŘÍLOHY:
1:10	<b>XVII.-C</b>



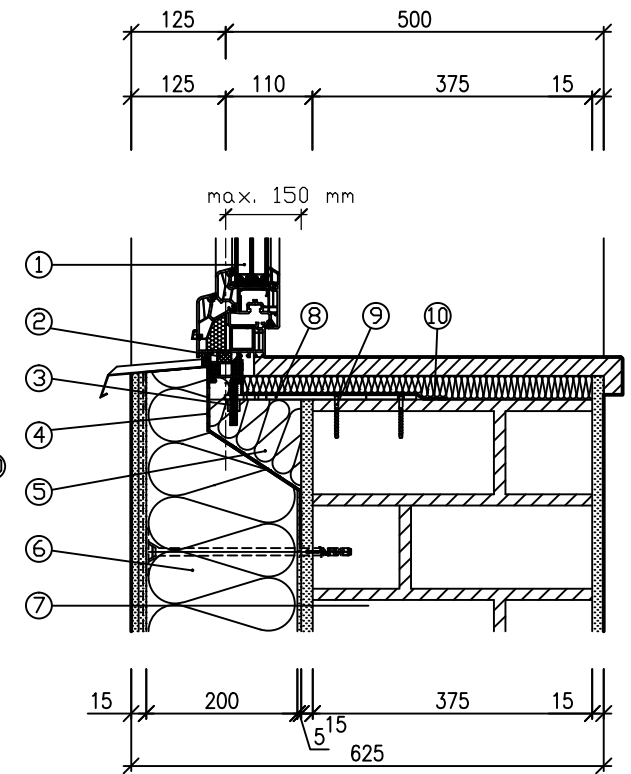
# DETAIL PŘEDSAZENÍ OKNA M 1:10



1. Okenní profil
2. Rohový profil
3. Těsnící hydroizolační fólie ME220 nebo ME700
4. Připojovací profil rámu stavitelný (HVP, HVW)
5. Zateplovací systém
6. Zdivo
7. Konzola SFS JB-D/K do stavebního otvoru
8. Kotvení konzoly
9. Vyztužovací tkanina
10. Vyztužovací rohový profil
11. Vzduchotěsná fólie ME210 nebo ME700



1. Zdivo
2. Zateplovací systém
3. Vyplněno tepelnou izolací + přířez z minerální vlny
4. Těsnící hydroizolační fólie ME220 nebo ME700
5. Rohový profil
6. Okenní profil
7. Konzola SFS JB-D/K do stavebního otvoru
8. Kotvení konzoly
9. Vyztužovací tkanina
10. Vyztužovací rohový profil
11. Vzduchotěsná fólie ME210 nebo ME700



1. Okenní profil
2. Těsnící páska TP300 illac
3. Připojovací profil parapetu stavitelný (HVP, HVW)
4. Těsnící hydroizolační fólie ME220 nebo ME700
5. Vyplněno tepelnou izolací + přířez z minerální vlny
6. Zateplovací systém
7. Zdivo
8. Konzola SFS JB-D/K do stavebního otvoru
9. Kotvení konzoly
10. Vzduchotěsná fólie ME210 nebo ME700

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH:		DETAIL PŘEDSAZENÍ OKNA V OKENNÍM OTVORU	
MĚŘÍTKO		1:10	
ČÍSLO PŘÍLOHY:		XX.	



STUPEŇ: SKUTEČNÉ PŘEVEDENÍ

DATUM 06-2016

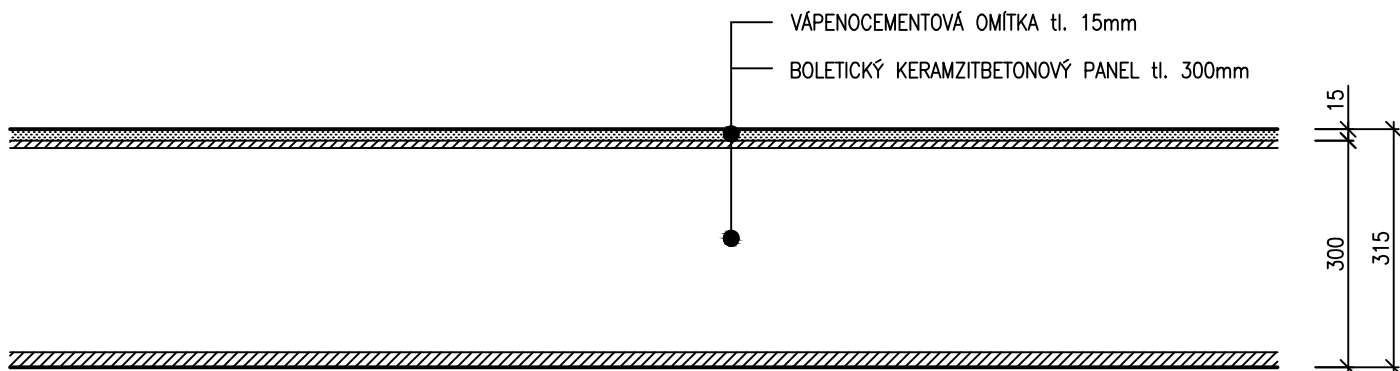
FORMÁT A4

MĚŘÍTKO ČÍSLO PŘÍLOHY:

1:10 XX.

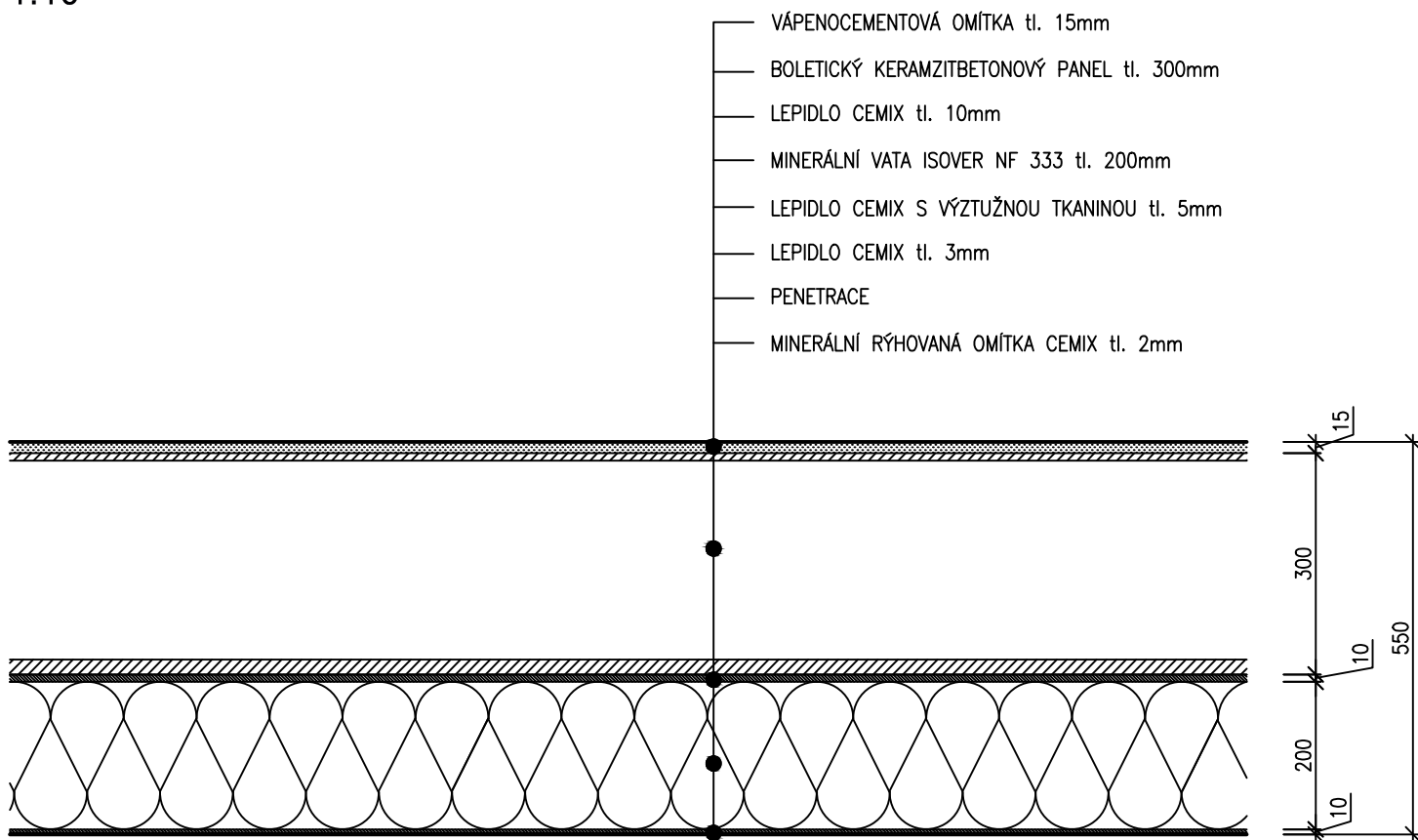
# DETAIL SKLADBY STĚNY – STÁVAJÍCÍ STAV


M 1:10



# DETAIL SKLADBY STĚNY – NAVRHOVANÝ STAV

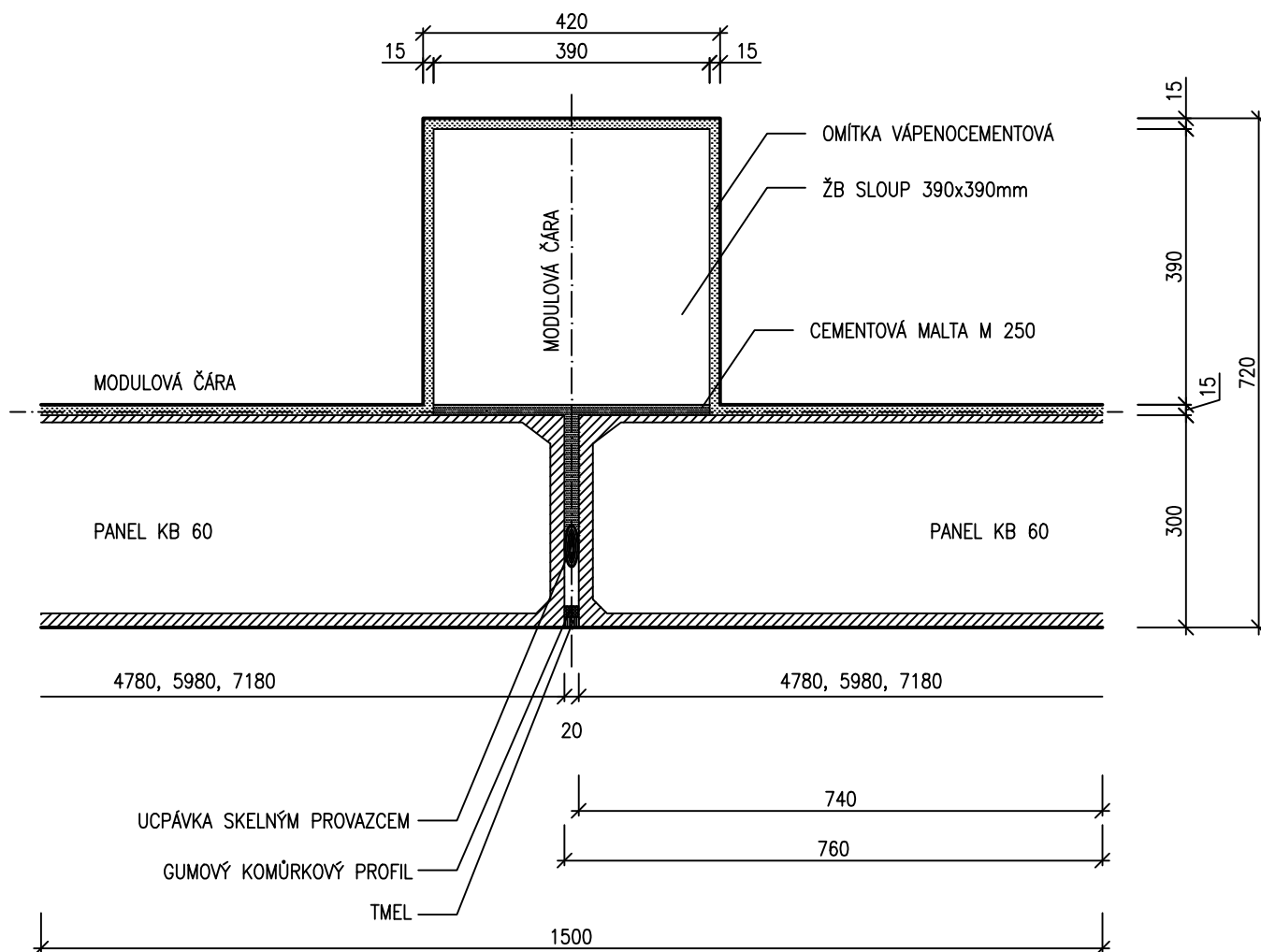
M 1:10




KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU	 <p><b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b></p>	
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.		
<i>Oppl Lubaš</i>	<i>Oppl Lubaš</i>				
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				DATUM	06-2016
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>				FORMÁT	A4
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				MĚŘÍTKO	1:10
OBSAH: <b>DETAIL PLÁŠTĚ Z KERAMZITBETONOVÉHO PANELU</b>				ČÍSLO PŘÍLOHY:	<b>XXII.</b>

# DETAIL PŘEDSAZENÍ KB PANELU – STÁVAJÍCÍ STAV

## M 1:10

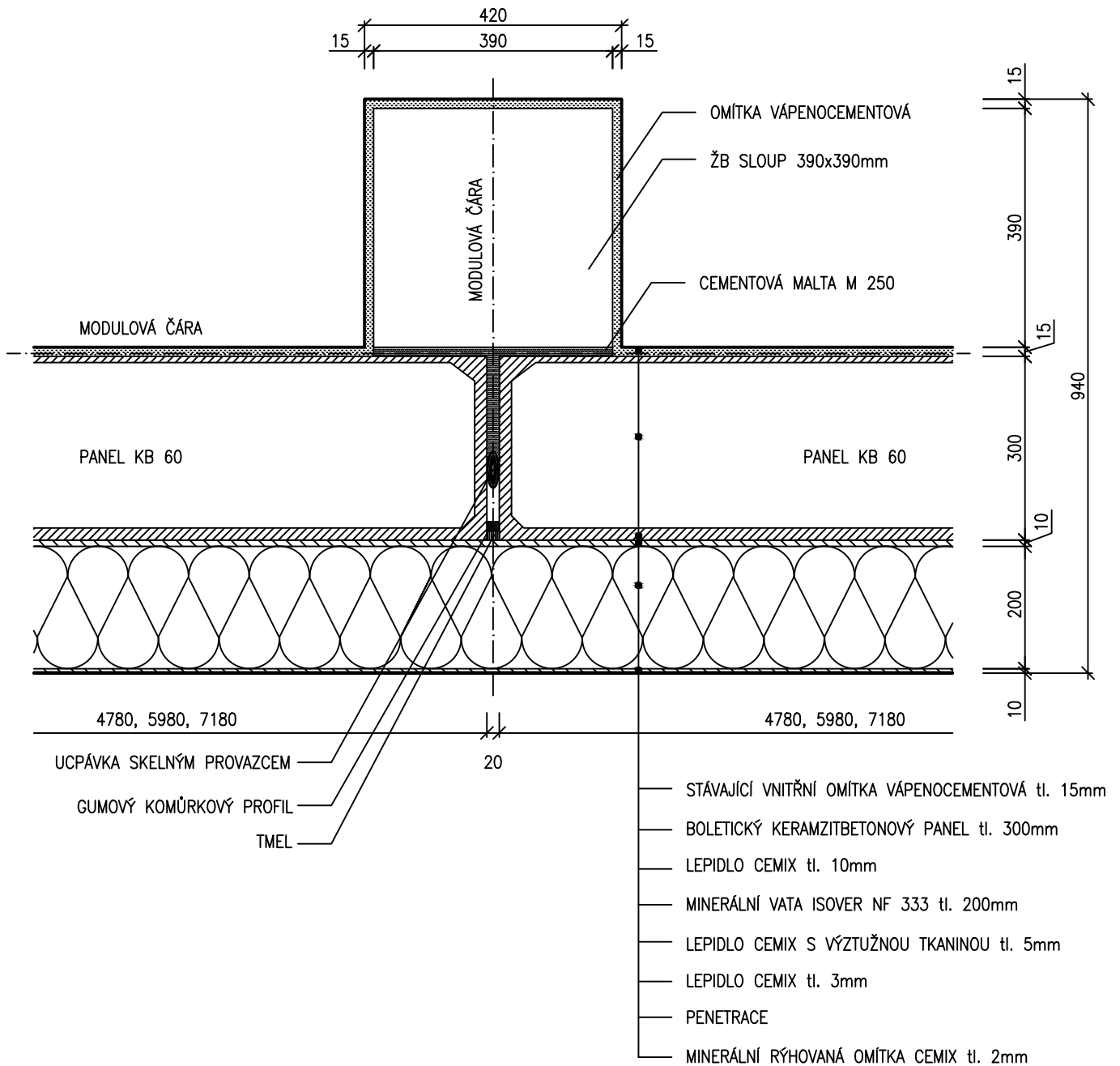


±0,000 ≡ ÚROVEŇ PODLAHY 1.NP.


KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU	 <p><b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b></p>
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	
<i>Oppl Lubaš</i>	<i>Oppl Lubaš</i>			
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ
AKCE: <b>MONTOVANÝ BEZ TRÁMOVÝ SKELET MS 71</b>				DATUM: 06-2016
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				FORMÁT: A4
OBSAH: <b>DETAIL STYKU PŘEDSAZENÉHO PLÁŠTĚ A SLOUPU – STÁVAJÍCÍ STAV</b>				MĚŘÍTKO: 1:10
				ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XXIII.-A</b>

# DETAIL PŘEDSAZENÍ KB PANELU – NAVRHOVANÝ STAV

## M 1:10

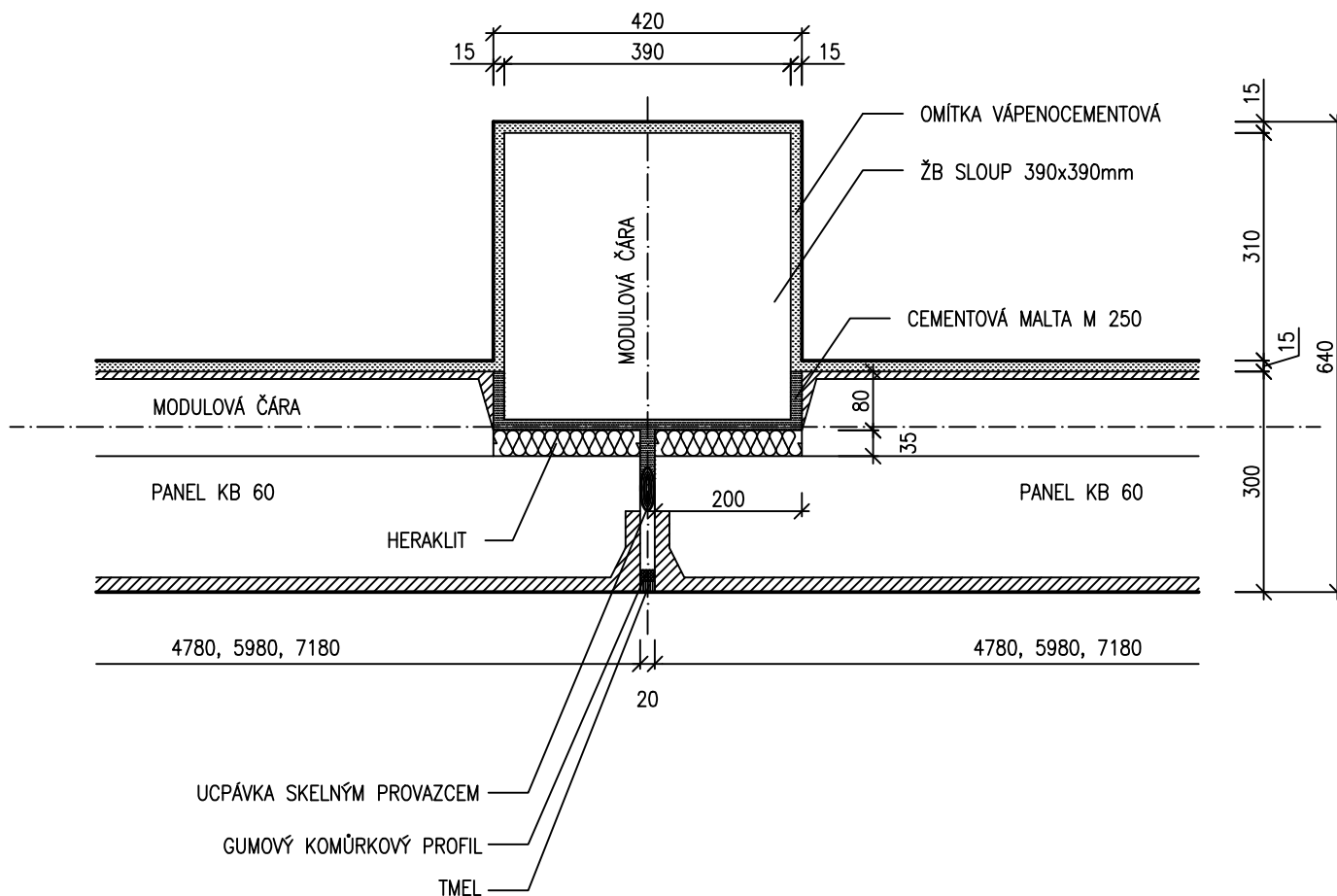


±0,000 ≡ ÚROVEŇ PODLAHY 1.NP.

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU	
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>			
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>				
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				
OBSAH: <b>DETAIL STYKU PŘEDSAZENÉHO PLÁŠTĚ A SLOUPU – STÁVAJÍCÍ STAV</b>				
			STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
			DATUM	06-2016
			FORMÁT	A4
			MĚŘITKO	1:10
			ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XXIII.-B</b>	

# DETAIL ČÁSTEČNÉHO PŘEDSAZENÍ KB PANELU STÁVAJÍCÍ STAV

M 1:10



±0,000 ≡ ÚROVEŇ PODLAHY 1.NP.

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>MONTOVANÝ BEZ TRÁMOVÝ SKELET MS 71</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL STYKU ČÁSTEČNĚ PŘEDSAZEN. PLAŠTĚ A SLOUPU – STÁVAJÍCÍ STAV</b>			



**ZÁPADOČESKÁ  
UNIVERZITA  
V PLZNI**

STUPEŇ: SKUTEČNĚ PROVEDENÍ

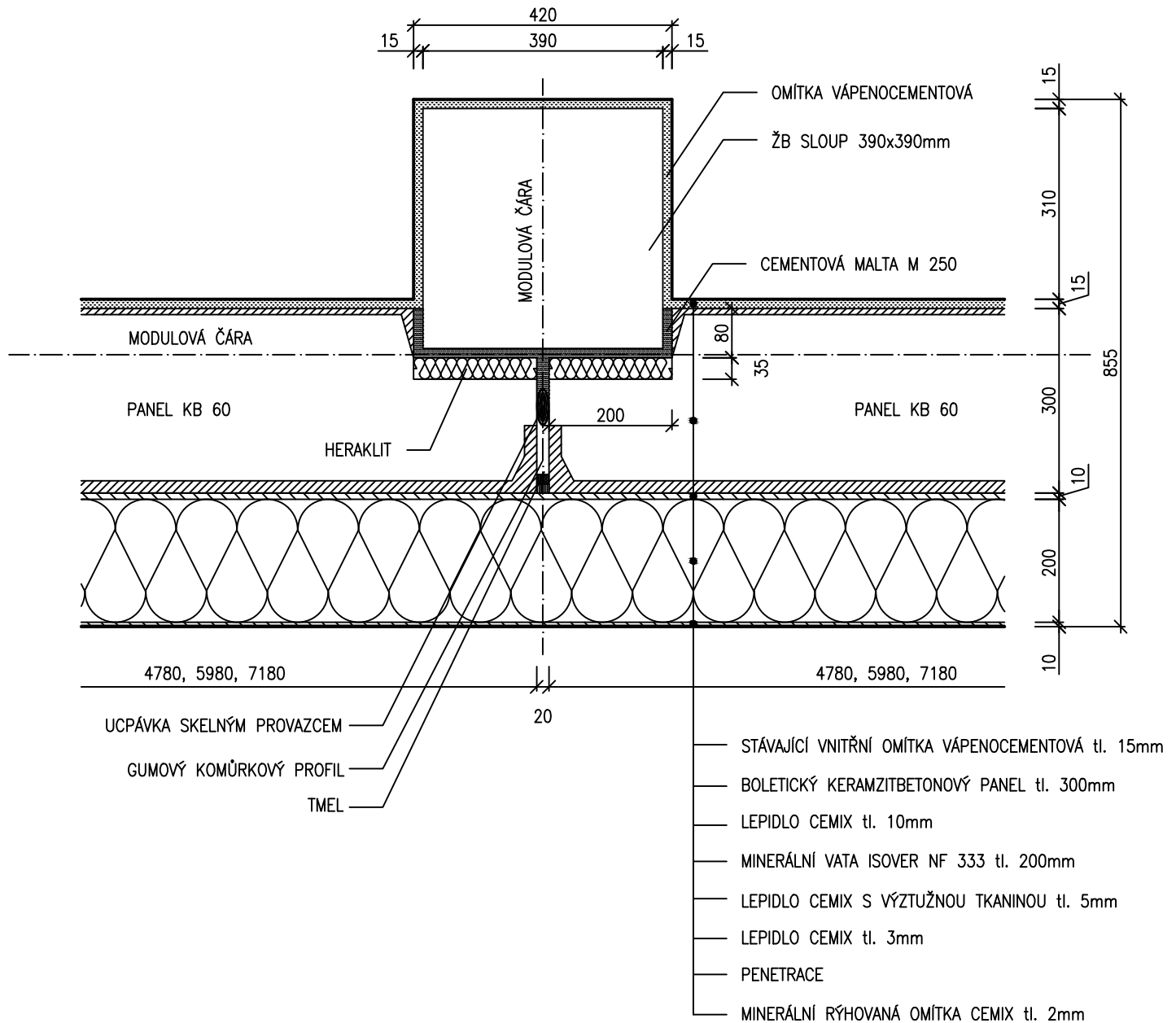
DATUM 06-2016

FORMÁT A4


MĚŘÍTKO  
1:10

ČÍSLO PŘÍLOHY:  
**XXIV.-A**

# DETAIL ČÁSTEČNÉHO PŘEDSAZENÍ KB PANELU NAVRHOVANÝ STAV M 1:10

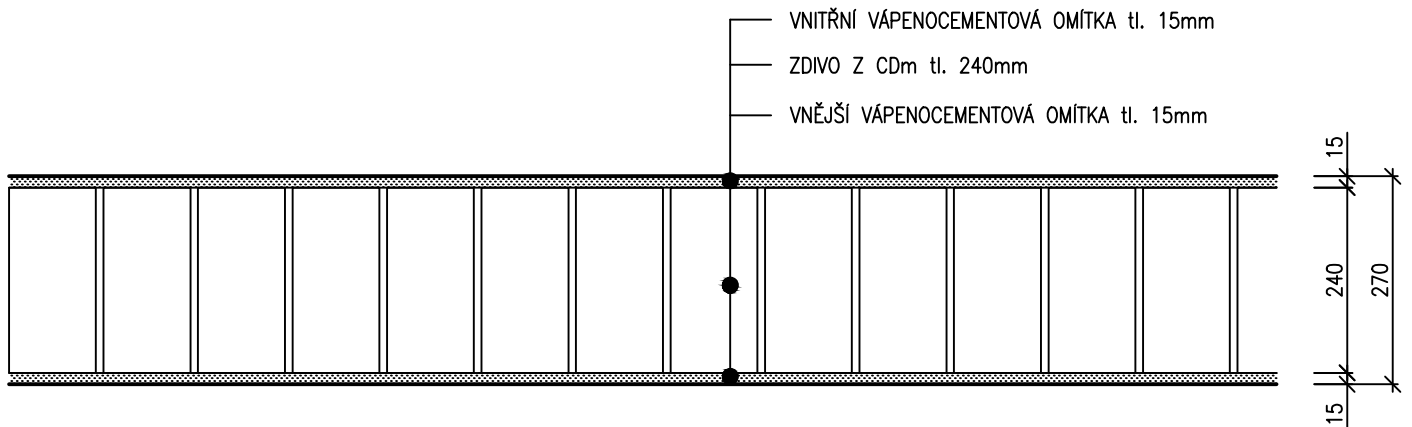


±0,000 ≡ ÚROVEŇ PODLAHY 1.NP.

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lubaš</i>	<i>Oppl Lubaš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL STYKU ČÁSTEČNĚ PŘEDSAZEN. PLAŠTĚ A SLOUPU – STÁVAJÍCÍ STAV</b>			
		STUPEŇ: SKUTEČNĚ PROVEDENÍ	
		DATUM	06-2016
		FORMÁT	A4
		MĚŘITKO	1:10
		ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XXIV.-B</b>	

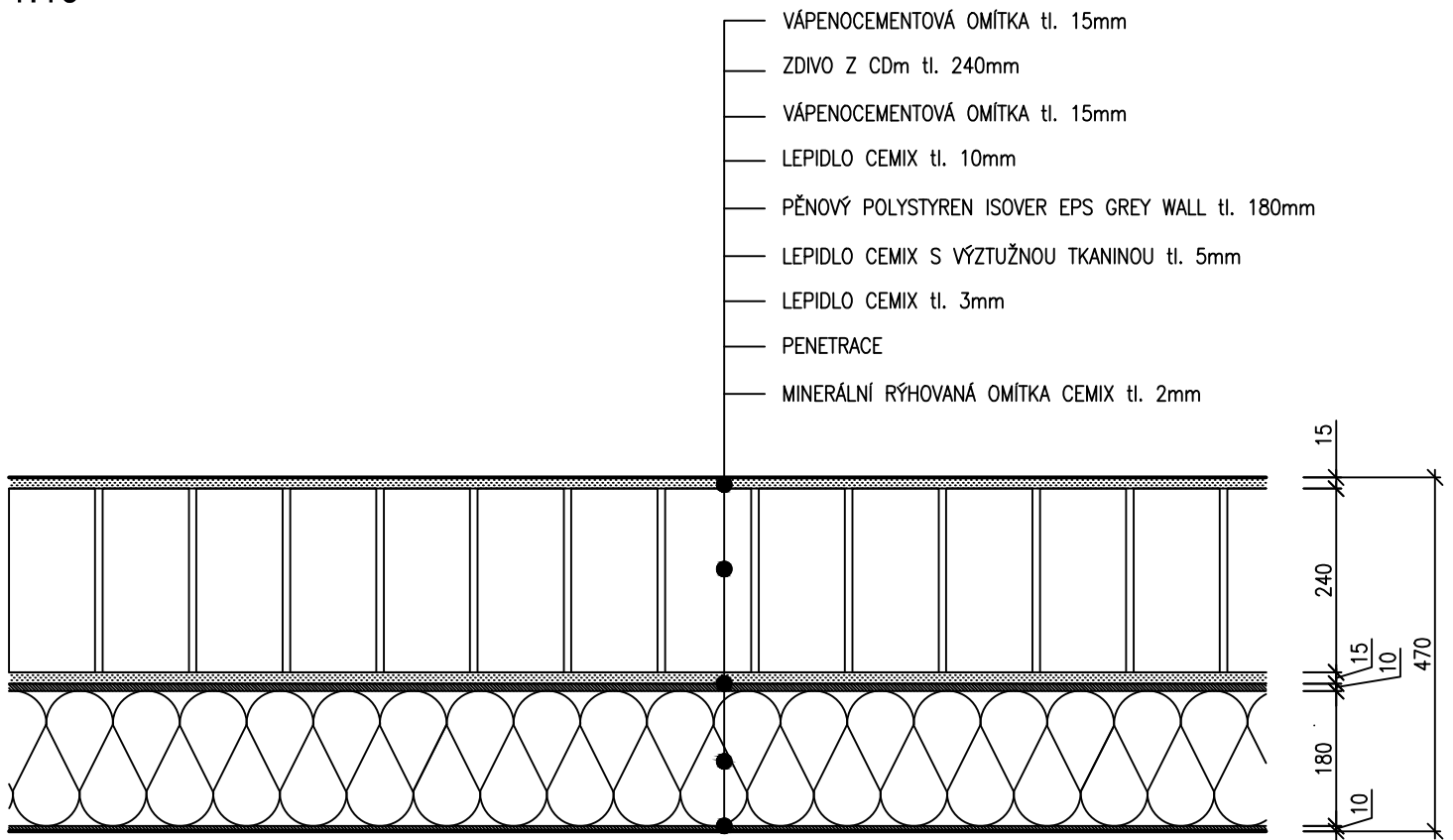
# DETAIL SKLADBY STĚNY – STÁVAJÍCÍ STAV


M 1:10



# DETAIL SKLADBY STĚNY – NAVRHOVANÝ STAV

M 1:10

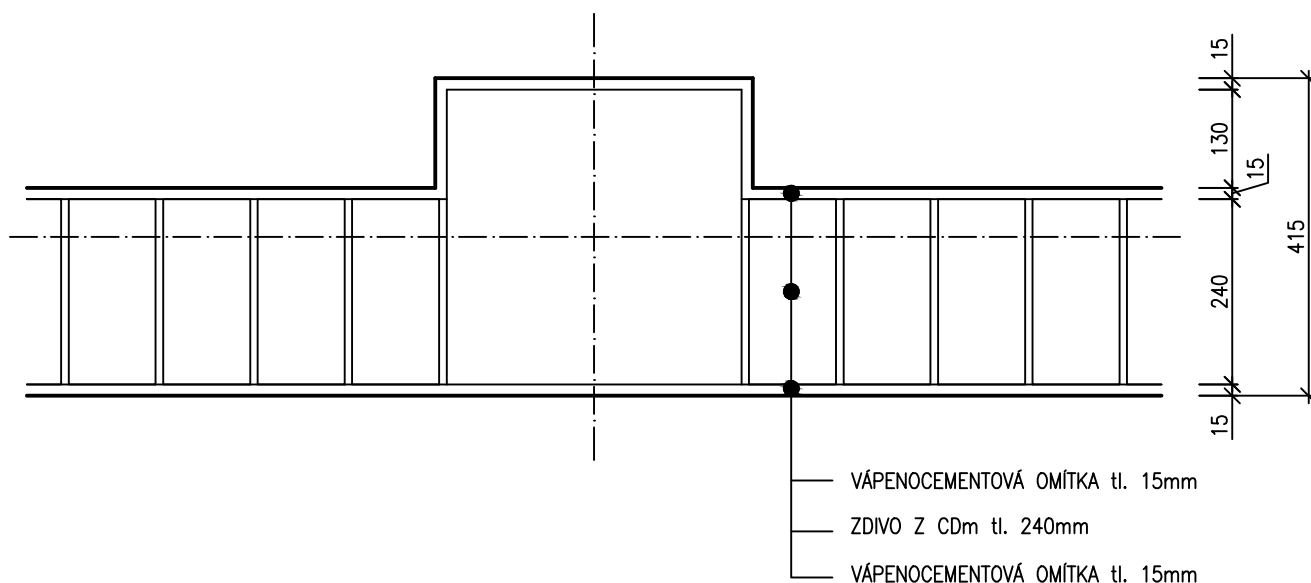


KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU	 <p><b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b></p>
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	
<i>Oppl L. Lukáš</i>	<i>Oppl L. Lukáš</i>			
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ
AKCE: <b>ÚPRAVA BYTOVÉHO DOMU ČP. 403,404</b>				DATUM: 06-2016
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				FORMÁT: A4
OBSAH: <b>DETAIL OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ ZDĚNÝ Z CIHEL CDm</b>				MĚŘÍTKO: 1:10 ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XXV.</b>


# DETAIL SLOUPU A ZDĚNÉHO PLÁŠTĚ

## STÁVAJÍCÍ STAV

M 1:10



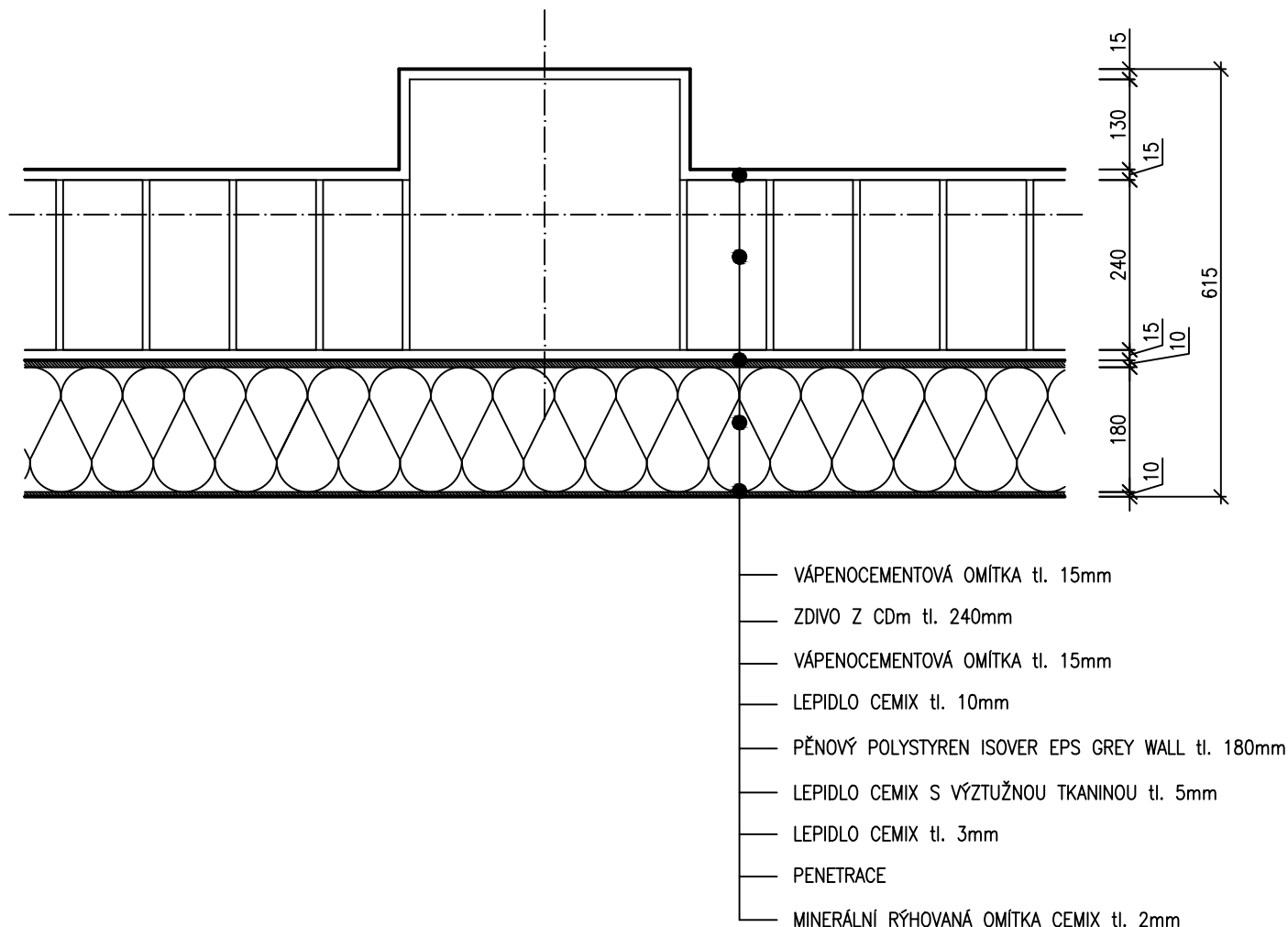
±0,000 ≡ ÚROVEŇ PODLAHY 1.NP.

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU	 <p><b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b></p>
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	
<i>Oppl Lubaš</i>	<i>Oppl Lubaš</i>			
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ
AKCE: <b>MONTOVANÝ BEZ TRÁMOVÝ SKELET MS 71</b>				DATUM: 06-2016
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				FORMÁT: A4
OBSAH: <b>DETAIL STYKU SLOUPU A ZDĚNÉHO OBVOD. PLÁŠTĚ – STÁVAJÍCÍ STAV</b>				MĚŘÍTKO: 1:10 ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XXVI.-A</b>




# DETAIL SLOUPU A ZDĚNÉHO PLÁŠTĚ NAVRHOVANÝ STAV

M 1:10



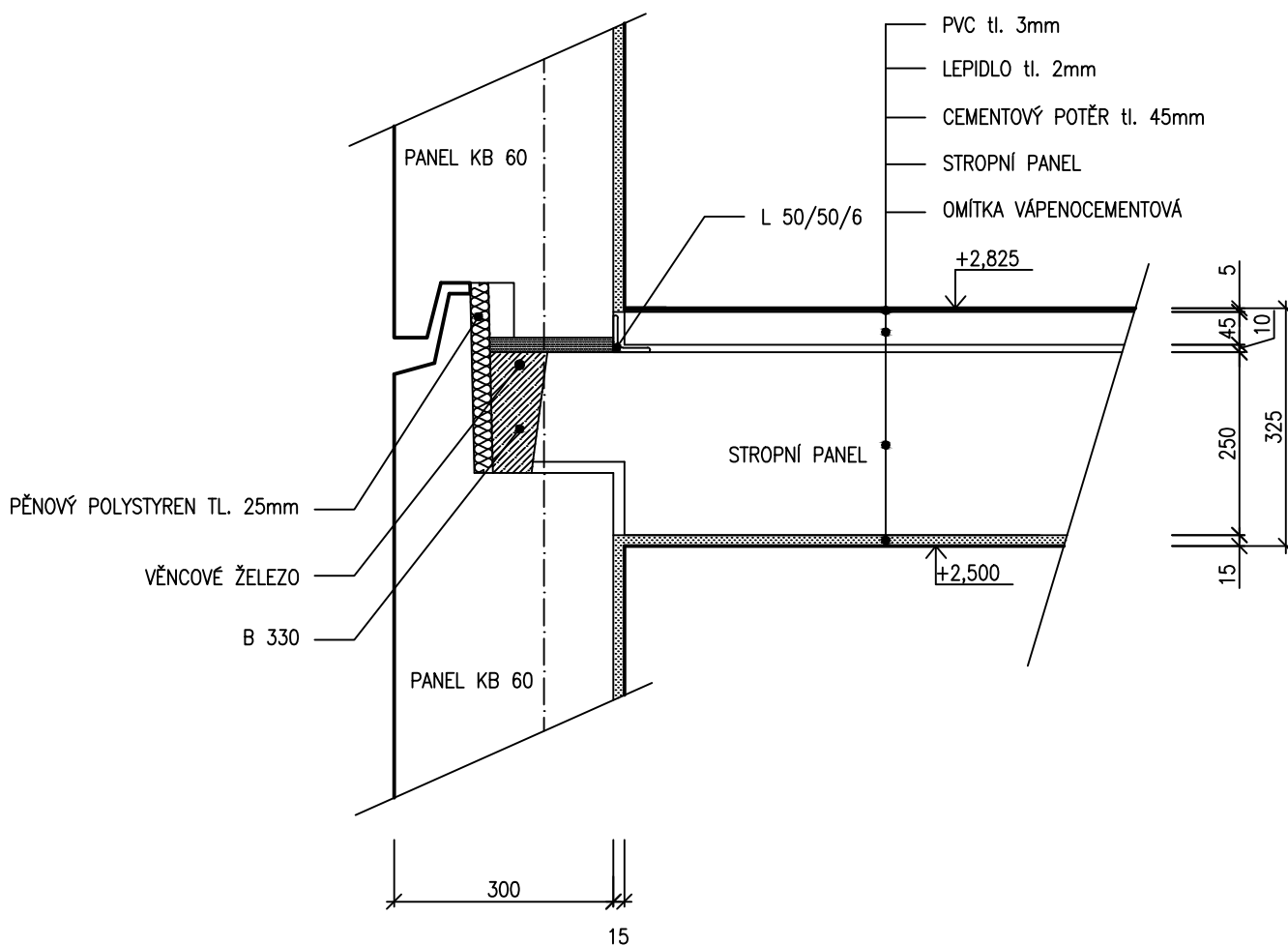
±0,000 ≡ ÚROVEŇ PODLAHY 1.NP.

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU	 <p><b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b></p>
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	
<i>Oppl Lubaš</i>	<i>Oppl Lubaš</i>			
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ
AKCE: <b>MONTOVANÝ BEZ TRÁMOVÝ SKELET MS 71</b>				DATUM: 06-2016
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				FORMÁT: A4
OBSAH: <b>DETAIL STYKU SLOUPU A ZDĚNÉHO OBVOD. PLÁŠTĚ – STÁVAJÍCÍ STAV</b>				MĚŘÍTKO: 1:10 ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XXVI.-B</b>


# DETAIL STYKU STROPNÍHO PANELU A OBVODOVÉHO KERAMZITBETONOVÉHO PANELU

## STÁVAJÍCÍ STAV

M 1:10



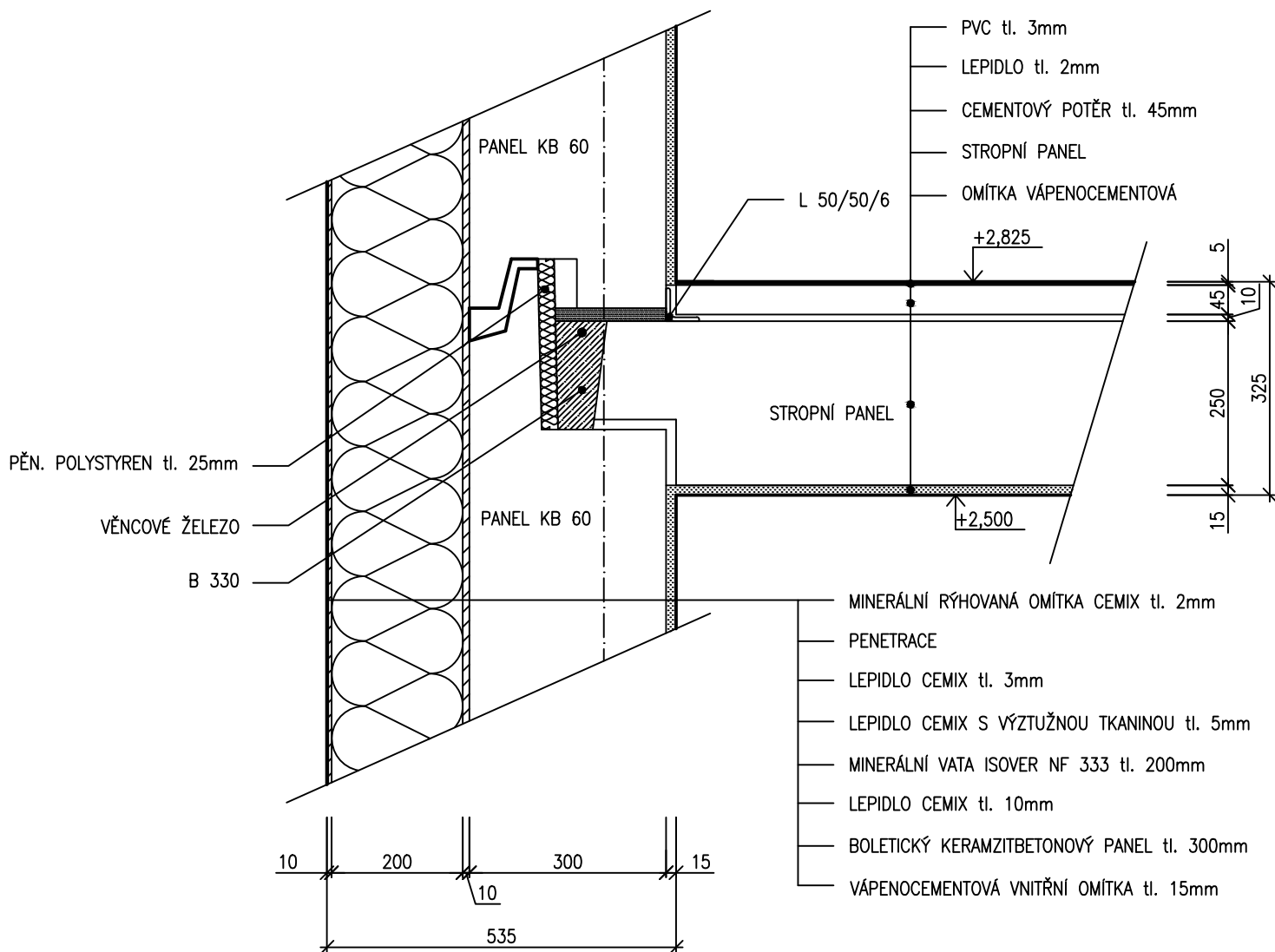
±0,000 ≡ ÚROVEŇ PODLAHY 1.NP.

KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU	 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	
<i>Oppl Lukáš</i>	<i>Oppl Lukáš</i>			
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				<b>STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ</b> DATUM 06-2016 FORMÁT A4 MĚŘÍTKO 1:10 ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XXVII.-A</b>
AKCE: <b>MONTOVANÝ BEZ TRÁMOVÝ SKELET MS 71</b>				
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				
OBSAH: <b>DETAIL STYKU STROPNÍHO A OBVODOVÉHO PANELU – STÁVAJÍCÍ STAV</b>				


# DETAIL STYKU STROPNÍHO PANELU A OBVODOVÉHO KERAMZITBETONOVÉHO PANELU

## NAVRHOVANÝ STAV

### M 1:10



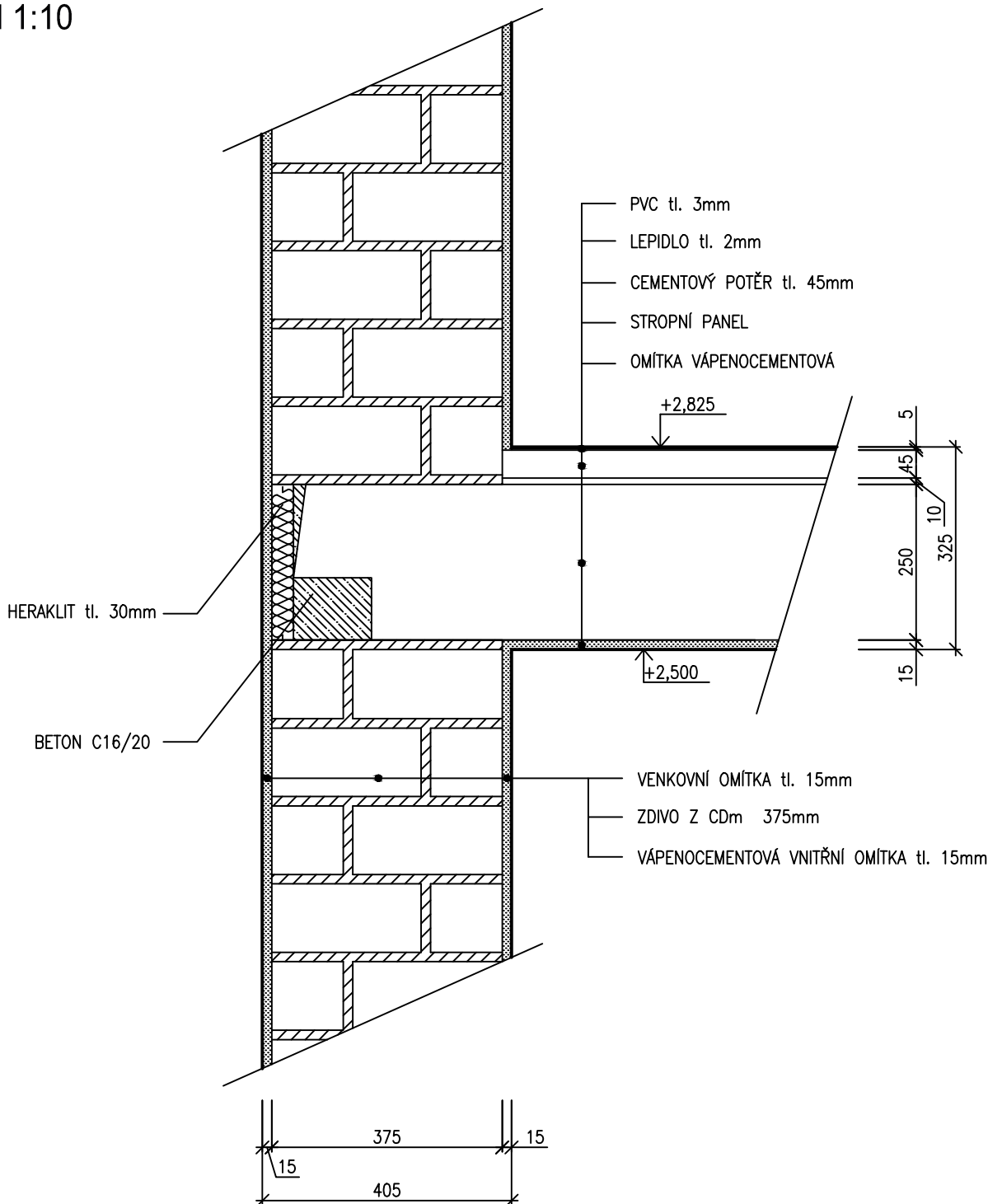
±0,000 ≡ ÚROVEŇ PODLAHY 1.NP.


KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU	
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	
<i>Oppl Lubaš</i>	<i>Oppl Lubaš</i>			
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				
AKCE: <b>MONTOVANÝ BEZ TRÁMOVÝ SKELET MS 71</b>				
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				
OBSAH: <b>DETAIL STYKU STROPNÍHO A OBVODOVÉHO PANELU – NAVRHOVANÝ STAV</b>				
 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>			STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
			DATUM	06-2016
			FORMÁT	A4
			MĚŘÍTKO	1:10
			ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XXVII.-B</b>	

# DETAIL STYKU STROPNÍHO PANELU A ZDĚNÉHO PLÁŠTĚ tl. 375 mm Z CIHEL CDm

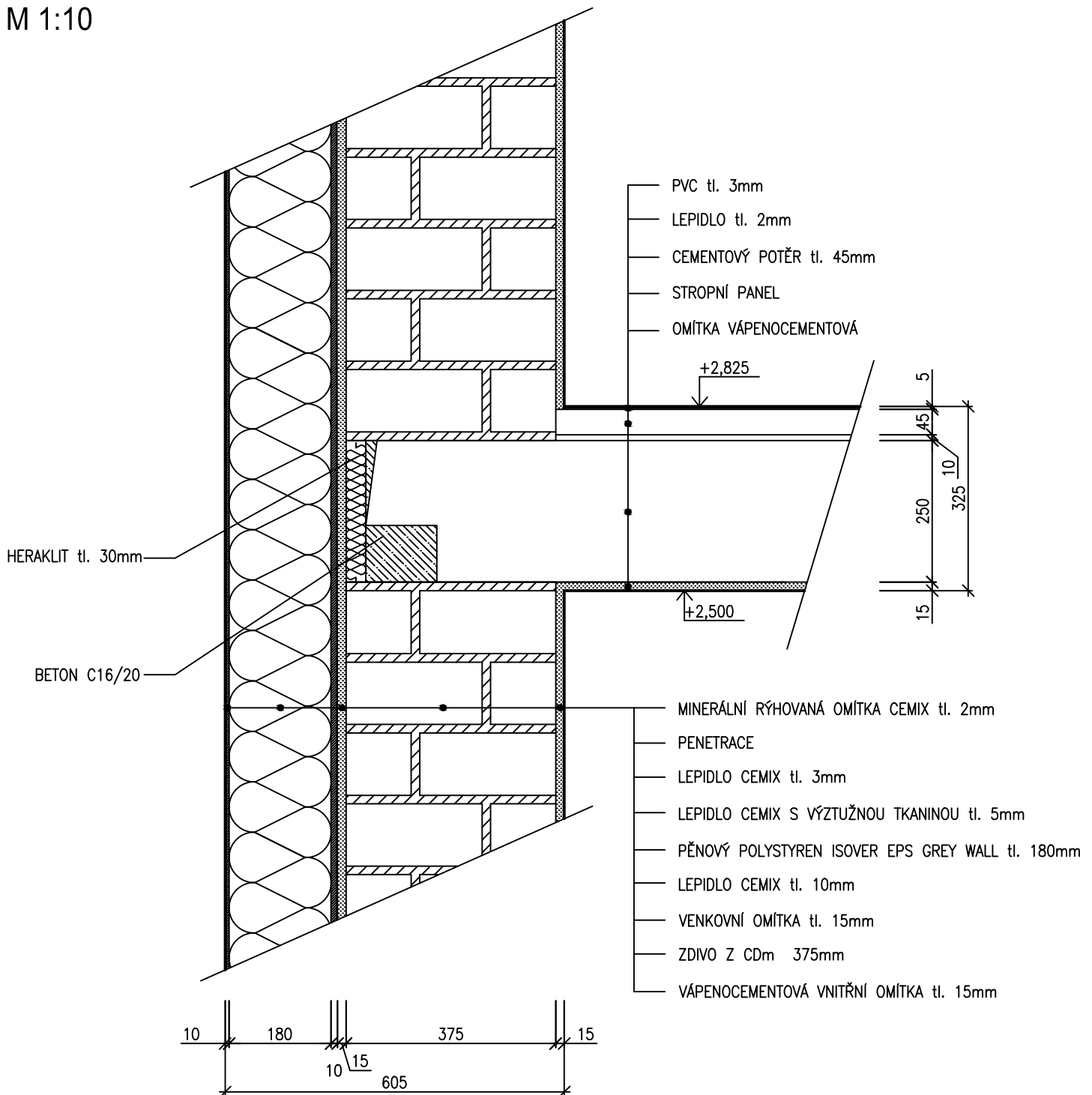
## STÁVAJÍCÍ STAV


### M 1:10



KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUcí ATELIERU
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.
<i>Oppl Lubaš</i>	<i>Oppl Lubaš</i>		
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE	
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE			
AKCE: <b>MONTOVANÝ BEZ TRÁMOVÝ SKELET MS 71</b>			
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE			
OBSAH: <b>DETAIL STYKU STROPNÍHO A ZDĚNÉHO PLÁŠTĚ – STÁVAJÍCÍ STAV</b>			
 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>		STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
		DATUM	06-2016
		FORMÁT	A4
		MĚŘÍTKO	ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XXVIII.-A</b>
		1:10	

# DETAIL STYKU STROPNÍHO PANELU A ZDĚNÉHO PLÁŠTĚ tl. 375 mm Z CIHEL CDm NAVRHOVANÝ STAV M 1:10



KRESLIL	VYPRACOVAL	ZODPOV. PROJEKTANT	VEDOUČÍ ATELIERU	
Bc. LUKÁŠ OPPLT	Bc. LUKÁŠ OPPLT	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	ING. LUDĚK VEJVARA Ph.D.	
<i>Oppl L. Lukáš</i>	<i>Oppl L. Lukáš</i>			
KRAJ: STŘEDOČESKÝ	STAVEB.ÚŘAD: VOTICE	OBEC.ÚŘAD: VOTICE		
STAVEBNÍK: MĚSTO VOTICE, KOMENSKÉHO NÁMĚSTÍ 700, 259 17 VOTICE				
AKCE: <b>MONTOVANÝ BEZ TRÁMOVÝ SKELET MS 71</b>				
MÍSTO STAVBY: VOTICE POZEMEK PARCELNÍ ČÍSLO STAVEBNÍ 540/1 V K. Ú. VOTICE				
OBSAH: <b>DETAIL STYKU STROPNÍHO A ZDĚNÉHO PLÁŠTĚ – NAVRHOVANÝ STAV</b>				
 <b>ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI</b>			STUPEŇ: SKUTEČNÉ PROVEDENÍ	
			DATUM	06-2016
			FORMÁT	A4
			MĚŘÍTKO	1:10
			ČÍSLO PŘÍLOHY: <b>XXVIII.-B</b>	